SI-Projekt Nr. UD2306

Bebauungsplan 3-95 „Buch – Am Sandhaus“ - Orientierende Bewertung der Boden- und Baugrundsituation - Zwischenbericht

Auftraggeber:	Senatsverwaltung für Stadtentwicklung, Bauen und Wohnen Wohnungsbauprojekte – äußere Stadt – II W 15

Auftragnehmer: spiekermann ingenieure gmbh
Martin-Hoffmann-str. 18, 12435 Berlin
www.spiekermann.de

Bearbeitung: Dipl. Geol. Clemens Hofmann
M. Sc. Norman Pyritz
M. Sc. Stefanie Hohberg
M. Sc. Hanna Berckmüller

Berlin, 05.03.2024; Fassung vom 13.03.2024

INHALTSVERZEICHNIS SEITE

1 AUSGANGSLAGE ... 8

1.1 Anlass und Zielstellung ... 8

1.2 Aufgabenstellung ... 9

1.3 Rahmenplan ... 10

1.4 Geltungsbereich B-Plan ... 11

2 VORLIEGENDE UNTERLAGEN ... 13

3 STANDORTBESCHREIBUNG ... 15

3.1 Naturräumliche Besonderheiten ... 15

3.2 Geologie ... 16

3.3 Hydrogeologie ... 17

3.4 Grundwasserdynamik ... 19

3.5 Bisherige Altlastenuntersuchungen ... 20

3.5.1 Kenntnistand bzgl. Altlastenverdächtiger Flächen ... 20

3.5.2 Zusammenfassung und Bewertung – Kenntnisstand zur Altlastensituation ... 20

3.5.3 Problemstellungen– Kenntnisstand zur Altlastensituation ... 21

4 ARBEITSPLAN ... 22

4.1 Aufgabenstellung ... 22

4.2 Ausräumung Kenntnisdefizite ... 23

4.3 Geplante Altlastenuntersuchungen ... 25

4.3.1 Verdachtsflächen ... 25

4.3.2 Vorbereitende Arbeiten ... 27

4.3.3 Wirkungspfad Boden-Mensch und Boden-Nutzpflanze nach BBodSchV ... 27

4.3.4 Wirkungspfad Boden-Grundwasser nach BBodSchV ... 28

4.3.5 Prüfung / Errichtung Grundwassermessstellen ... 29

5 DURCHGEFÜHRTE ARBEITEN - ALTLASTENUNTERSUCHUNGEN ... 31

5.1 Altlastenbohrungen ... 31

5.2 Entnahme von Oberbodenmischproben ... 34

5.3 Durchführung von Auffülltests ... 34

5.4 Errichtung von Grundwassermessstellen ... 35

5.5 Grundwasserprobenahme ... 36

6 ERGEBNISSE ... 37

6.1 Zusammenstellung Schichtenfolge ... 37

INHALTSVERZEICHNIS SEITE

6.2 Untersuchungsergebnisse ... 38
6.2.1 Übersicht Bewertungskriterien Boden ... 38
6.2.2 Analytik der Bohrungen zur Gefährdungsbewertung hinsichtlich Altlasten ... 39
6.2.3 Oberbodenmischproben ... 43
6.2.4 Grundwasser ... 45

7 GEFÄHRDUNGSABSCHÄTZUNG ... 49

7.1 Allgemein ... 49
7.2 Schadstoffeigenschaften ... 49
7.2.1 Polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK) ... 49
7.2.2 Halb- und Schwermetalle ... 50
7.2.3 Polychlorierte Biphenyle (PCB) ... 52
7.2.4 Sonstige Schadstoffe ... 53
7.3 Gefährdungsanalyse ... 55
7.3.1 Istzustand ... 55
7.3.2 Zukünftiger Zustand ... 58

8 HANDLUNGSEMPFEHLUNGEN ... 61

9 WEITERE QUELLEN ... 63

ABBILDUNGSVERZEICHNIS SEITE

Abbildung 1: Luftbild des Rahmenplangebietes aus /4/ ... 10
Abbildung 2: Auszug aus dem Rahmenplan für das B-Plangebiet im Vergleich mit der aktuellen Situation (/4/ und /5/) ... 11
Abbildung 3: Auszug ingenieurgeologische Karte vom Untersuchungsstandort (Quelle: /6/) ... 16
Abbildung 4: Darstellung des Panketalgrundwasserleiter aus /7/ ... 18
Abbildung 5: Grundwassergleichenplan aus dem Jahr 2020 vom Untersuchungsstandort (Quelle: /6/) ... 19

TABELLENVERZEICHNIS SEITE

Tabelle 1: Übersicht analysierte Bodenproben aus den Altlastenuntersuchungen 31
Tabelle 2: Übersicht Oberbodenmischproben 34
Tabelle 3: Ergebnisse der hydraulischen Auffülltests 35
Tabelle 4: Übersicht errichtete Grundwassermessstellen (GWM) und Gewässerpegel (OWM) 35
Tabelle 5: Vereinfachte lithologische Darstellung des B-Plangebietes 37
Tabelle 6: Übersicht Bewertungskriterien Boden (ohne Oberbodenmischproben) 38
Tabelle 7: Untersuchungsergebnisse der Bodenproben aus Kleinrammbohrungen (Auszug relevante Parameter) 39
Tabelle 8: Untersuchungsergebnisse der Oberbodenmischproben (Auszug relevante Parameter) 43
Tabelle 9: Messung Vor-Ort-Parameter vom 27.11.2023 45
Tabelle 10: Untersuchungsergebnisse der Grundwasseranalysen 47

ANLAGENVERZEICHNIS

1 Anlagen zur Orientierenden Bodenuntersuchung - Altlasten

1.1 Lagepläne

1.1.1 Übersichtslageplan zum Standort

1.1.2 Rahmenplan

1.1.3 Lageplan der Altlastenverdachtsflächen (ALVF)

1.1.4 Lageplan der Altlastenbohrungen

1.1.5 Lageplan der Altlastenbohrungen mit ALVF-Flächen

1.1.6 Lageplan der Altlastenbohrungen mit ehem. Rieselfeldern

1.1.7 Lageplan der Oberbodenmischproben nach BBodSchV

1.1.8 Lageplan der Grundwassermessstellen und Gewässerpegel

1.1.9 Grundwassergleichenplan mit Stichtagsmessung vom 27.11.2023

1.2 Historische Lagepläne

1.2.1 Lageplan zur Einteilung der Rieselfelder (1)

1.2.2 Belastungskarten bzgl. Schwermetalle im Bereich ehem. Sport- und Lagerplatz (2)

1.2.3 Darstellung Rieselfelder aus HistoMap von 1930/1938 /11/

1.2.4 Luftbilder von 1928 der ehem. Rieselfelder aus dem Geoportal/FIS-Broker /6/

1.3 Grundwassermessstellen

1.3.1 Erkundungsbericht Funktionsfähigkeit der Grundwassermessstellen

1.4 Analysenplan

1.4.1 Boden

1.4.2 Grundwasser

1.5 Untersuchungsergebnisse

1.5.1 Zusammenfassung Ergebnisse Boden

1.5.2 Zusammenfassung Ergebnisse Oberbodenmischproben

1.5.3 Zusammenfassung Ergebnisse Grundwasser

1.6 Prüfberichte

1.6.1 Bodenproben

1.6.2 Oberbodenmischproben

1.6.3 Grundwasserproben

1.7 Probenahmenprotokolle

1.7.1 Probenahmeprotokolle Grundwasser

1.7.2 Probenahmeprotokolle Oberbodenmischproben nach BBodSchV

ANLAGENVERZEICHNIS

1.8 Bohrprofile, Schichtenverzeichnisse und Profilschnitte

1.8.1 Schichtenverzeichnisse und Ausbaudaten Altlastenbohrungen

1.8.2 Übersichtsplan Profilschnitte

1.8.2.1. Schnittprofile

2 Vermessungsdaten

2.1 Tabellarische Aufstellung der Aufschlüsse mit Vermessungsdaten

3 Kurzbericht Kampfmittelfreimessung

4 Bericht Moorkunde – liegt noch nicht vor

5 Bericht Baugrund – liegt noch nicht vor

6 Bericht Hydrologie und Hydrogeologie – liegt noch nicht vor

ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS

AG	Auftraggeber
AN	Auftragnehmer
AOX	Adsorbierbare organisch gebundene Halogen
AVV	Abfallverzeichnis-Verordnung
BauGB	Baugesetzbuch
BBodSchG	Bundes-Bodenschutzgesetz
BBodSchV	Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung
BTEX	Benzol, Toluol, Ethylbenzol, Xylol (Aromatische Kohlenwasserstoffe)
D	Durchmesser
DDT	Dichlordiphenyltrichlorethan
DIN	Deutsches Institut für Normung
DPH	(Dynamic Probing Heavy) = Schwere Rammsonde
EBV	Ersatzbaustoffverordnung
GOF	Geländeoberfläche
GOK	Geländeoberkante
GWM	Grundwassermessstelle
HCH	Hexachlorcyclohexan / Lindan
KRB	Kernbohrung im Kleinrammverfahren
LAGA	Bund- / Länderarbeitsgemeinschaft Abfall
LHKW	Leichtflüchtige Halogenierte Kohlenwasserstoffe
MKW	Mineralölkohlenwasserstoffe
m NHN	Meter über Normalhöhennull
MP	Mischprobe
NHN	Normalhöhennull
OB	Oberbodenmischprobe
PAK	Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe
PCB	Polychlorierte Biphenyle
SenMVKU	Senatsverwaltung für Mobilität, Verkehr, Klimaschutz und Umwelt
SenStadt	Senatsverwaltung für Stadtentwicklung, Bauen und Wohnen
SM	Schwermetalle (As, Pb, Cd, Cr, Ni, Cu, Hg, Zn)
TOC	Gesamter organischer Kohlenstoff
GFS	Geringfügigkeitsschwellenwert

1 AUSGANGSLAGE

1.1 Anlass und Zielstellung

Die Senatsverwaltung für Stadtentwicklung, Bauen und Wohnen (SenStadt) beabsichtigt die Aufstellung des Bebauungsplanes 3-95 „Buch – Am Sandhaus“. Das Verfahren zur Aufstellung eines Bebauungsplans im Regelverfahren mit Umweltprüfung wird von der Senatsverwaltung für Stadtentwicklung, Bauen und Wohnen, Referat II W durchgeführt.

Anlass für die Aufstellung des Bebauungsplanes ist die Entwicklung des Neuen Stadtquartiers Buch - Am Sandhaus mit der vorrangigen Schaffung von dringend benötigtem Wohnraum sowie der zugehörigen grünen und sozialen Infrastruktur. Die mit dem Bebauungsplan verfolgten Ziele sind:

- Schaffung von Planungsrecht für 2.400 - 3.000 Wohneinheiten in verdichteter mehrgeschossiger Bauweise im qualifizierten Nebeneinander mit gewerblichen Nutzungen
- Sicherung der erforderlichen sozialen, wohnungsnahen und grünen Infrastruktur, insbesondere planungsrechtliche Sicherung bzw. Schaffung von zwei Schulstandorten
- Öffentliche Erschließung als Grundgerüst der Gebietserschließung für ein autoarmes Quartier sowie die Integration von 3 Quartiersgaragen
- Schaffung von attraktiven öffentlich nutzbaren Platz- und Straßenräumen
- Planungsrechtliche Sicherung von Flächen für Wald sowie für naturschutzrechtlich erforderliche Ausgleichsmaßnahmen und Flächen zur dezentralen Regenwasserbewirtschaftung.

Die frühzeitige Beteiligung der Behörden gemäß § 4 Abs. 1 BauGB sowie der Öffentlichkeit gem. § 3 Abs. 1 BauGB wird unmittelbar nach dem Aufstellungsbeschluss durchgeführt.

Das Untersuchungsgebiet umfasst das Plangebiet des Bebauungsplanes sowie die Maßnahmenflächen zur Realisierung der Kompensationsmaßnahmen.

Die spiekermann ingenieure gmbh wurden mit Datum vom 19.07.2023 beauftragt, die orientierenden Untersuchungen zur Altlasten- und Baugrundthematik sowie zur Moorerkundung und Hydrologie am Standort durchzuführen. Das zu erstellende Gutachten soll die Bearbeitung der naturschutzrechtlichen Eingriffsreglung ermöglichen. Hierbei wird die Bewertung des Ist-Zustandes sowie die Bewertung der Auswirkungen der Planung auf die Schutzgüter des Naturhaushaltes und deren Wechselwirkungen anhand von Wertträgern vorgenommen.

1.2 Aufgabenstellung

Gegenstand der geplanten Untersuchungen ist es, auf Grundlage der Auswertung der Bestandsunterlagen den erforderlichen Untersuchungsumfang für eine orientierende Altlastenuntersuchung, Baugrunduntersuchung sowie Moorerkundung und ggf. weiteren Untersuchungen zur Hydrologie/Hydrogeologie (Felduntersuchungen) belastbare Angaben zur gegenwärtigen Situation des B-Plangebietes hinsichtlich Altlasten (hier auch tlw. Rahmenplangebiet), Baugrund und Regenwasserbewirtschaftung zu ermitteln.

Das vorliegende Gutachten bezieht sich auf die Aufgabenstellung bzgl. der Thematik Altlastenuntersuchungen am Standort. Standort. Für die Teilbereiche Moorkunde/Bodenkunde (Defizit 6), Hydrologie/Hydrogeologie (Defizit 5) und Baugrund (Defizit 4) werden separate Gutachten durch die Nachunternehmer erstellt, welche den Anlagen 4, 5 und 6 beigefügt sind.

Im Einzelnen sollten durch die Untersuchungen insbesondere belastbare Angaben zu folgenden Punkten gewonnen werden:

- Defizit 1: Aussagen zur Altlastensituation gem. BBodSchV / Berliner Liste 2005 (Darstellung der Wirkungspfade Boden-Mensch, Boden-Grundwasser und Boden-Nutzpflanze entsprechend den ermittelten Bodenbelastungen), Angabe von Handlungsempfehlungen.

- Defizit 2: Teilräumliche Eingrenzung möglicher Belastungsschwerpunkte.

- Defizit 3: Abschätzung schadstoffbedingter Mehrkosten / Entsorgungskosten. Bewertung der abfallrechtlichen Situation.

- Defizit 4: Allgemeine Empfehlungen zur Gründung bei der Errichtung von mehrgeschossigen Wohngebäuden sowie für die Realisierung der Verkehrsinfrastruktur im B-Plangebiet.

- Defizit 5: Vertiefung der Datengrundlage für das zu erstellende Regenwasserbewirtschaftungskonzept für das B-Plangebiet, insbesondere zum Auftreten von oberflächennahen Grundwasservorkommen („Schichtenwasser“) sowie der Versickerungsfähigkeit der Böden unter Berücksichtigung der Altlastensituation. Zudem sind die ehem. Rieselfelder sowie die große und die kleine Moorlinse zu betrachten.

- Defizit 6: Bodenkundliche Untersuchung gemäß Kartieranleitung KA 5 (AG Boden, 2005) zur Beschreibung des Aufbaus der beiden Moorlinsen.

- Defizit 7: Darstellung des weiteren Untersuchungsbedarfes / Hinweise für den weiteren Planungsprozess.

1.3 Rahmenplan

Zur Vorbereitung des B-Planverfahrens wurde gemäß Leistungsbild ein Rahmenplanverfahren mit einer städtebaulichen Vertiefung als konkurrierendes Verfahren durchgeführt. Die städtebauliche Entwicklung erfolgt auf Grundlage der Vorzugsvariante von Studio Wessendorf/Grieger Harzer Landschaftsarchitekten (vgl. Anlage 1.1.2).

Bestandteil des Rahmenplans (vgl. Abbildung 1) ist unter anderem ein grundlegendes Konzept zur Niederschlagsbewirtschaftung, das mit den Berliner Wasserbetrieben und der Wasserbehörde (SenMVKU) abgestimmt wurde. Neben einer dezentralen Versickerung wird auch eine gereinigte Einleitung von Niederschlagswasser in die Moorlinsen zur Stabilisierung des Gewässerhaushalts als eine mögliche Variante gesehen. Die Entwässerung der öffentlichen Erschließung soll über Mulden in den städtebaulichen „Fugen“ erfolgen.

Abbildung 1: Luftbild des Rahmenplangebietes aus /4/

1.4 Geltungsbereich B-Plan

Das Gebiet Buch - Am Sandhaus liegt am nördlichen Rand des Bezirks Pankow im Ortsteil Buch und umfasst eine Fläche von rund 57 Hektar. Das gesamte Rahmenplangebiet ist durch die Hobrechtsfelder Chaussee im Westen, die Wiltbergstraße im Norden, die Autobahn BAB 10 im Süden und eine Bahntrasse im Osten begrenzt (vgl. Abbildung 2).

Bundesland / Stadt:	Berlin
Bezirk:	Pankow
Ortsteil:	Buch
Geltungsbereich B-Plan:	56.560,70 m², ~ 57 ha (vgl. Abbildung 2)
Rahmenplangebiet:	191.266,40 m², ~ 191 ha

Abbildung 2: Auszug aus dem Rahmenplan für das B-Plangebiet im Vergleich mit der aktuellen Situation (/4/ und /5/)

Der Geltungsbereich des Bebauungsplans umfasst als Teilfläche im Norden des Rahmenplangebiet die Grundstücke an der Straße Am Sandhaus mit den Nummern 2, 4, 5, 6, 7, 10, 13, 14 A bis 14 D, 15, 16, 16 A, 19, 24, 26, 28, 30, 31, 32, 34, 36, 38.

Weiterhin umfasst es die Flächen des ehemaligen Krankenhauses der Staatssicherheit und Waldbereiche zwischen Wiltbergstraße und Hobrechtsfelder Chaussee. Sämtliche Flächen befinden sich im Bezirk Pankow, Ortsteil Buch.

Im Geltungsbereich des Gebietes befindet sich als ökologische und landschaftliche Besonderheit die sog. Moorlinse, die sich in den letzten Jahren wieder vernässt hat und eine ganzjährig offene

Wasserfläche bildet. Sie ist in Verbindung mit den offenen Landschaftsstrukturen ein wichtiges Biotop für zahlreiche Vogelarten, die an Gewässerlebensräume gebunden sind. Auch der naturnahe Wald der sogenannten „Waldzunge“ weist eine hohe ökologische Wertigkeit auf und ist hier ein prägendes Landschaftselement. Diese Bereiche sind Teil des Landschaftsschutzgebietes Buch.

2 VORLIEGENDE UNTERLAGEN

(1) BeBra Umwelt-Consult GmbH - Gutachterliche Fassung zur Auswertung vorhandener Daten zum Untersuchungsgebiet Berlin Buch V vom 17.12.1992
(2) BeBra Umwelt-Consult GmbH - Hinweise zum Gefährdungspotential und zur späteren Nutzung des Gebietes der ehem. Rieselfelder in Berlin Buch V, vom 09.02.1993
(3) Baugrund Berlin Geotechnische Spezialleistungen GmbH - Altlasteneinschätzung 1/97/4286-1 Bauvorhaben Buch V vom 23.09.1997
(4) Baugrund Berlin Geotechnische Spezialleistungen GmbH - Altlasteneinschätzung 1/97/4348 Bauvorhaben Buch V, südl. Teilfläche vom 12.12.1997
(5) Baugrund Berlin Geotechnische Spezialleistungen GmbH - Altlastenuntersuchung 1/97/4348/1 Bauvorhaben Buch V, Zwischenbericht vom 05.02.1998
(6) Baugrund Berlin Geotechnische Spezialleistungen GmbH - Konkretisierung Kostenabschätzung Bauvorhaben Buch V vom 10.02.1998
(7) Baugrund Berlin Geotechnische Spezialleistungen GmbH - Altlastenuntersuchungsbericht 1/97/4348-1 -Teil 1 bis 4 - Bauvorhaben Buch V vom 25.05.1998 – 02.07.1998
(8) Baugrund Berlin Geotechnische Spezialleistungen GmbH - Altlastenuntersuchung 1/98/4407-1 Ersatzstandort für den Sportplatz in Buch IV vom 31.08.1998
(9) Baugrund Berlin Geotechnische Spezialleistungen GmbH - Altlastenuntersuchungsbericht 1/98/4434 Bauvorhaben Buch V -Ölschaden- vom 25.09.1998
(10) Baugrund Berlin Geotechnische Spezialleistungen GmbH - Altlastenuntersuchungsbericht 1/98/4435 Bauvorhaben Buch V vom 16.10.1998
(11) Baugrund Berlin Geotechnische Spezialleistungen GmbH - Orientierende Bodenuntersuchung Wiltbergstr. 29, 31, Auftraggeber: Land Berlin, 14 Sondierungen; Analytik Boden vom 12.06.1998
(12) Ing.-Büro für Grundbau und Bodenmechanik Dr. Elmiger u. Karstedt GmbH - Baugrundgutachten UW Buch Hobrechtsfelder Chaussee, 3 Sondierungen; Analytik Boden und GW von 10.1994
(13) Umwelt- Forschungs- und Dienstleistungsgesellschaft mbH - Orientierende Altlastenuntersuchungen Wiltbergstr. 29/35, 7 Sondierungen; Analytik Boden vom 04.09.2008
(14) PEBA Prüfinstitut für Baustoffe GmbH - Prüfbericht Obdachlosenunterkunft Am Sandhaus 31, Bemerkung: 2 MP aus dem Oberboden Pfad Boden-Mensch (Keine Belastungen); auf Teilfläche des FS 54, vom 05.07.2017
(15) KSG - Orientierende Untersuchung auf gefahrstoffhaltige Bauteile im Feststoff, ehem. Krankenhaus, Hobrechtsfelder Chaussee 96, Abriss, vom 10.08.2017
(16) KSG - Orientierende Untersuchung auf gefahrstoffhaltige Bauteile im Feststoff, ehem. Krankenhaus, Hobrechtsfelder Chaussee 100, Abriss, vom 10.08.2017
(17) KSG - Orientierende Bodenuntersuchung im Außenbereich des ehemaligen Krankenhausgeländes des Ministeriums für Staatssicherheit, Hobrechtsfelder Chaussee 96, 13125 Berlin vom 08.08.2017
(18) Humboldt-Universität zu Berlin, Albrecht Daniel Thaer-Institut für Agrar- und Gartenbauwissenschaften, Fachgebiet Bodenkunde und Standortlehre – Moorlinse Buch, von Juni 2015

(19) Senatsverwaltung für Umwelt, Mobilität, Verbraucher- und Klimaschutz Berlin – Ausgabe Bohrprofile und Schichtenverzeichnisse zum Standort als Accesdatenformat vom 08.08.2023.
(20) Planungs- und Gutachterleistungen zur orientierenden Bewertung den Boden- und Baugrundsituation, Bebauungsplan 3-95 „Buch - am Sandhaus“ - Untersuchungskonzept, spiekermann ingenieure gmbh, 11.09.2023
(21) GFE-GmbH – Altlastenerkundung, Buch V, Rieselfelder, Berlin, den 11.12.1992

3 STANDORTBESCHREIBUNG

3.1 Naturräumliche Besonderheiten

Am Standort liegen südlich der Straße „Am Sandhaus“ Grabensysteme sowie zwei Moorlinsen (große und kleine Moorlinse) vor. Der größte Teil des Oberflächenwassers bzw. die Entwässerung der großen Moorlinse erfolgt über den Zickzackgraben. Der Zickzackgraben wird gemäß (1) mit einer mittleren Abflussspende von 5,5 l/s km^2 beschrieben, da diese Datengrundlagen älter als 30 Jahre sind, können die Daten jedoch nicht mehr als repräsentativ angesehen werden.

Die große Moorlinse wird als tiefes Verlandungsmoor charakterisiert und zeichnet sich durch die Anwesenheit von Schmelzwassersanden aus. Das Zentrum der großen Moorlinse weist unter 2 m stark zersetztem Torf Kalkmudden auf und wird durch Grundwasser überstaut (18). Der Moorboden des ehemals ackerbaulich genutzten Gebietes ist durch die tiefe Grabenentwässerung stark degradiert, zudem weist der Oberboden zahlreiche anthropogene Spuren auf (z. B. Schutt, Schlacke), die auf Bodenauftrag hindeuten. In den letzten Jahren zeigte sich für die große Moorlinse eine Wiedervernässung bzw. die Ausbildung einer dauerhaften Gewässeroberfläche. Diese hohen Wasserstände werden seit dem Einbau einer Sohlgleite im Jahr 2009 gesichert. Hingegen unterliegt die kleine Moorlinse einer deutlich stärkeren landwirtschaftlichen Nutzung, sowie einer Degradation, ohne Ausbildung einer dauerhaften Gewässeroberfläche.

3.2 Geologie

Das Plangebiet liegt auf der Ostbrandenburgischen Platte an der Grenze der Teilgebiete Westbarnim und Barnimplatte, am Rande des Panketals nordöstlich von Berlin. Das Panketal ist eine Erosionsrinne und ein Nebental des Warschau-Berliner Urstromtals (20). In der späten Weichselkaltzeit wurden hier überwiegend Sande abgelagert, die lokal von holozänen Torfen und Mudden überlagert wurden. Die Erosionsrinne entstand durch abfließende Schmelzwässer, die sich in die Grundmoräne einschnitten und den anstehenden Geschiebemergel mit unterschiedlich mächtigen Tal- und Hochflächensanden überdeckten.

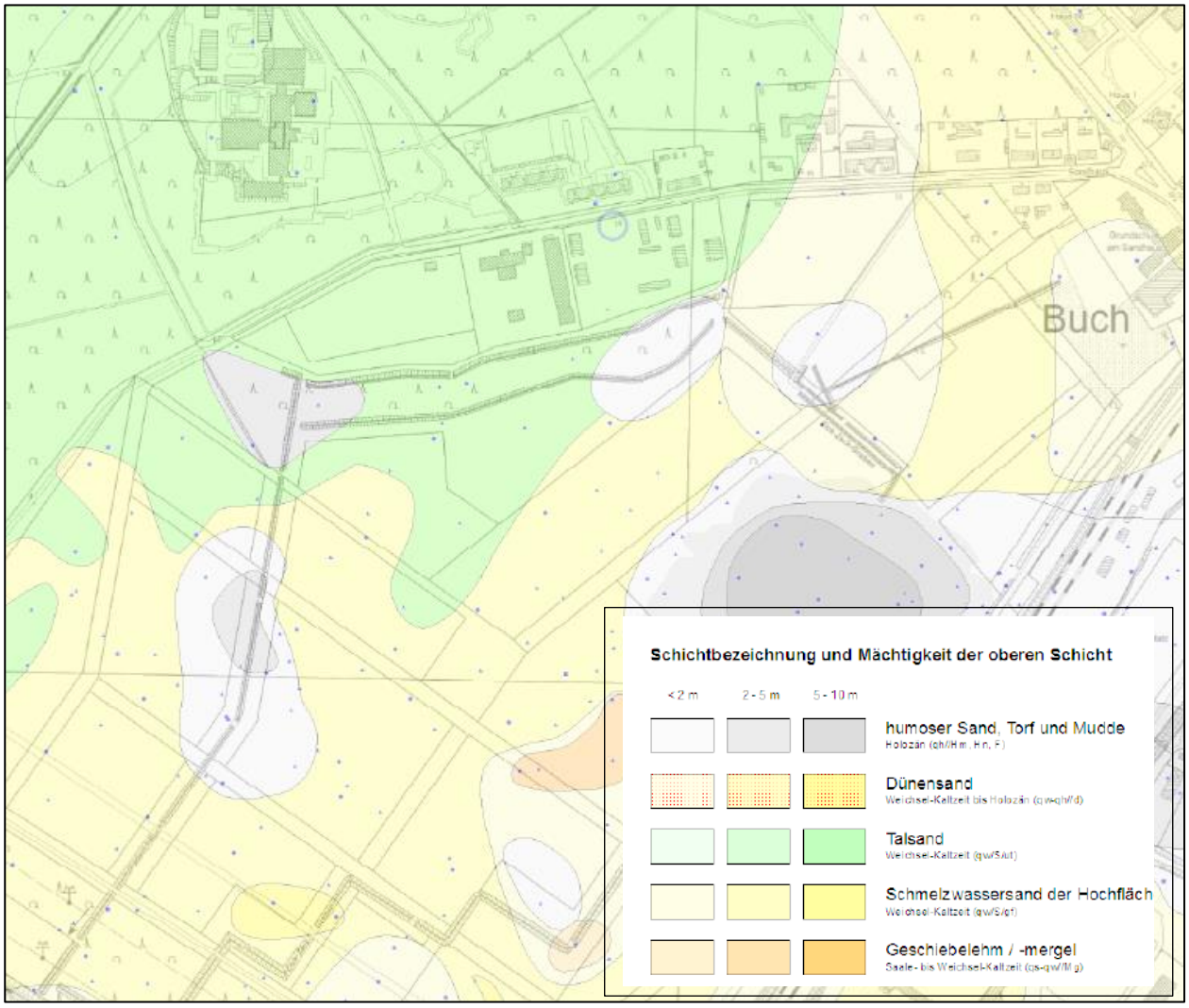

Abbildung 3: Auszug ingenieurgeologische Karte vom Untersuchungsstandort (Quelle: /6/)

Der Geschiebemergelhorizont reicht teilweise bis 27 m unter Geländeoberkante und wird von geringmächtigen Schluff- und Feinsandwechsellagen unterbrochen. Die darunter liegenden Mittelsande werden im Liegenden ab ca. 46 m durch Geschiebemergel begrenzt. Die Lagerungsverhältnisse sind sowohl vertikal als auch horizontal inhomogen. Zudem weist das Gelände ein leichtes Nord-Süd-Gefälle zur Panke hin auf.

Die bisherigen Voruntersuchungen zeigen, dass die sandigen, wasserdurchlässigen Schichten überwiegend auf bindigen Sedimenten der Grundmoräne liegen. Nördlich der Straße „Am Sandhaus“ weisen die Sande Mächtigkeiten von über 4,0 m auf, südlich der Straße „Am Sandhaus“ sind die sandigen Schichten im Mittel nur 2,0 m mächtig. Auf den bindigen bzw. auch organogenen Sedimenten kommt es daher zur Ausbildung von Schichtwasserhorizonten bzw. Blänken (z.B. Große Moorlinse).

Die Ergebnisse der Bohraufschlüssen aus dem Jahr 2023 (Altlastenbohrungen) sind in Kapitel 6.1 grob zusammengefasst. Die Schichtenprofile sowie erstellte Profilschnitte sind der Anlage 1.8 zu entnehmen.

3.3 Hydrogeologie

Der erste bzw. oberflächennahe Grundwasserleiter besteht zum größten Teil aus schwach kiesigen Sanden, die den ungespannten Panketalgrundwasserleiter bilden (vgl. Abbildung 4). Die Abgrenzung bildet im Westen und Osten der Ausbiss der holozänen Sande. Im Norden setzt er sich oberflächennah in glazialen Sanden fort. In südwestlicher Richtung verzahnt sich der Panketalgrundwasserleiter aufgrund des Auskeilens des Geschiebemergels mit dem Hauptgrundwasserleiter im Warschau-Berliner Urstromtal. Kennzeichnend für den Panketalgrundwasserleiter sind geringe Grundwasserflurabstände und geringe Mächtigkeiten von wenigen Metern bis zu Dezimetern. Selten liegen Mächtigkeiten über 10 m vor. Dementsprechend liegt i.d.R. eine geringe Grundwasserergiebigkeit vor. Gemäß /6/ liegen die Grundwasserstände im Rahmenplangebiet zwischen 53 bis 51 m ü. NHN vor. Die Grundwasserfließrichtung kann grob vereinheitlicht in Richtung Süd/Südost angesehen werden, ist aber u.a. stark abhängig von entsprechenden Grundwasserneubildungsraten und kann dementsprechend lokal auch stark variieren.

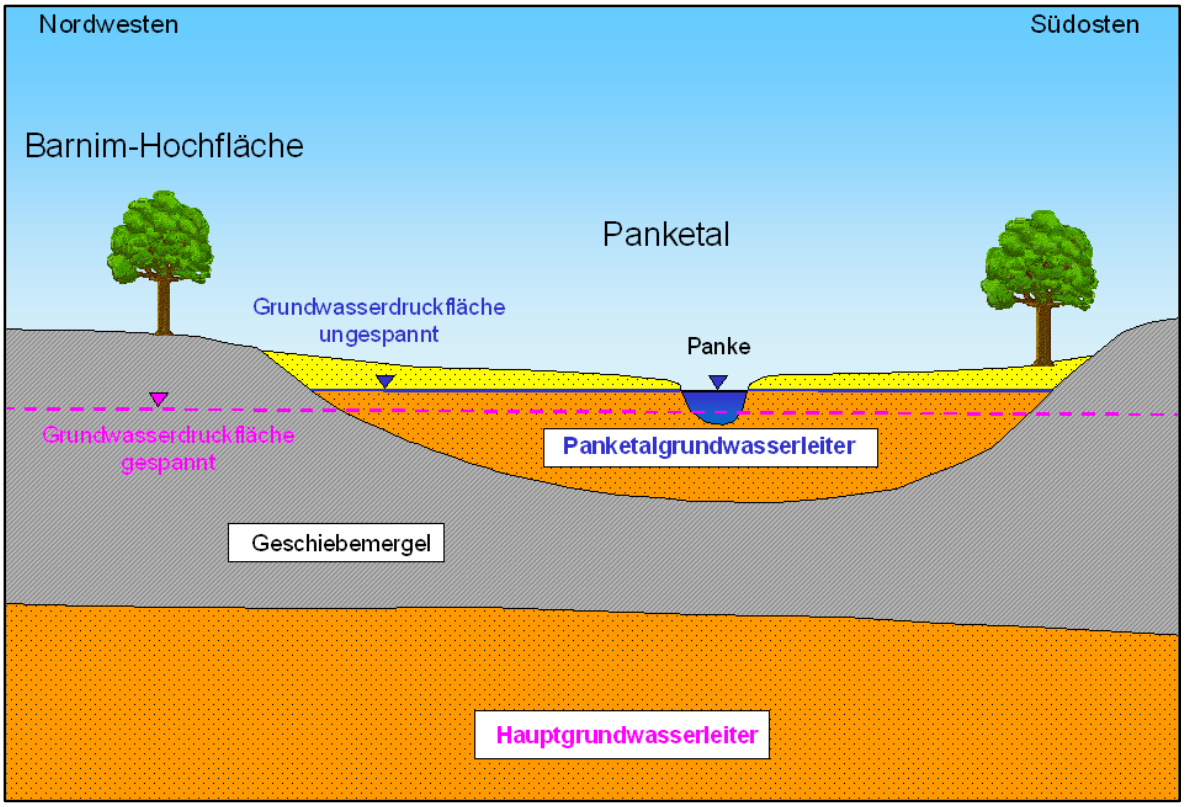

Abbildung 4: Darstellung des Panketalgrundwasserleiter aus /7/

Historischer Hintergrund zum Panketalgrundwasserleiter:

Gemäß /8/ wirkten sich anthropogene Einflüsse ab Ende des 19. Jahrhunderts stark auf den nördlichen Teil des Panketals aus. Auf weitläufigen Bereichen in Buch und Hobrechtsfelde wurde ungeklärtes Abwasser aufgebracht (Rieselfeldbewirtschaftung), was u.a. zu einer Erhöhung der Grundwasserstände sowie der Abflüsse im Abstrombereich führte. Mit Inbetriebnahme des Klärwerks Schönerlinde ca. Mitte der 1980er Jahre erfolgte ein Absinken der Grundwasserstände sowie die Verringerung von oberirdischen Abflüssen. Weitere anthropogene Eingriffe erfolgten in Form von Entwässerungsgräben, insbesondere in den sich südlich der ehem. Rieselfeldstandorte anschließenden Siedlungsgebieten.

Der gespannte Hauptgrundwasserleiter wird durch die Grundmoräne in Form von Geschiebemergeln abgetrennt und setzt sich aus sandigen und kiesigen Schichten zusammen /9/. Ausnahme bzw. hydraulische Verbindungen zum oberflächennahen Grundwasserleiter (Panketalgrundwasserleiter) bestehen, wie o.g., in südwestlicher Richtung anhand des Auskeilens des Geschiebemergels in Richtung Warschau-Berliner Urstromtal. Die Grundwasserfließrichtung erfolgt in südwestliche Richtung bei überwiegend gespannten hydraulischen Verhältnissen.

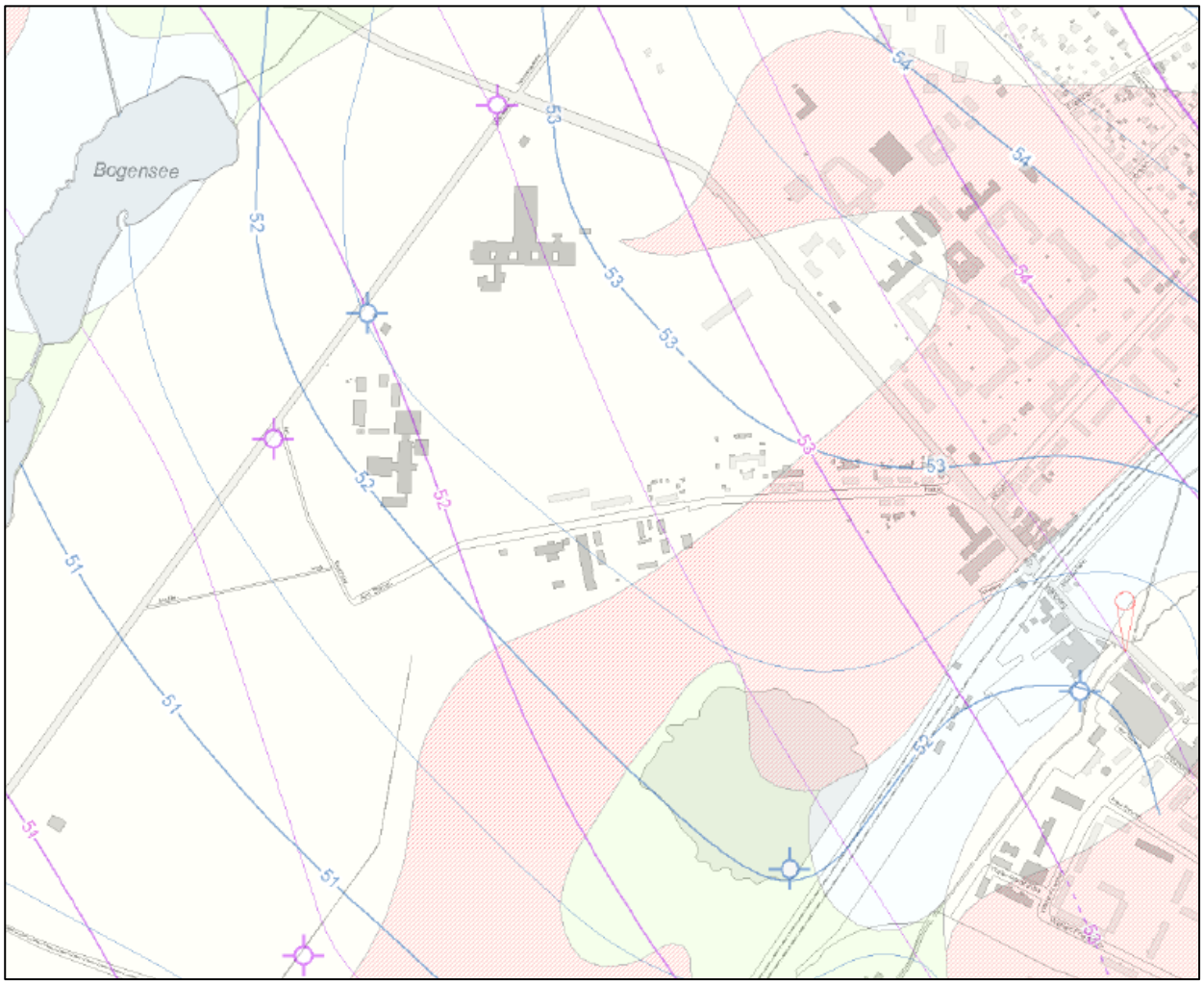

Abbildung 5: Grundwassergleichenplan aus dem Jahr 2020 vom Untersuchungsstandort (Quelle: /6/)

3.4 Grundwasserdynamik

Die im November 2023 ermittelten Grundwasserstände reichen im B-Plangebiet von ca. 51,70 m ü. NHN (Bereich Waldkita, bzw. östl. Bereich) bis 55,04 m ü. NHN (ehem. Stasi-Krankenhaus, westl. Bereich). Das allgemeine Fließschema bestätigt analog zu den Altdaten eine Grundwasserfließrichtung in Richtung Südwest.

Der Grundwassergleichenplan ist der Anlage 1.1.9 zu entnehmen. Eine differenzierte Ausarbeitung zur Grundwasserdynamik ist im Gutachten der Fa. HGN dargestellt (Anlage 6).

3.5 Bisherige Altlastenuntersuchungen

3.5.1 Kenntnistand bzgl. Altlastenverdächtiger Flächen

Teilflächen des geplanten Bebauungsgebiets wurden in der Vergangenheit als Rieselfelder genutzt. Dort ist mit entsprechenden rieselstandortspezifischen Schadstoffbelastungen im Boden zu rechnen. Hierzu zählen u.a. PAK, Sulfat, Chlorid, Halb- und Schwermetalle sowie DDT. Die im Bodenbelastungskataster (BBK) als Verdachtsflächen geführten Bereiche im Rahmenplangebiet sind:

- 10126 Rieselfeld
- 1446 Rieselfeld
- 1446 Rieselfeld
- 1447 Rieselfeld
- 1449 Rieselfeld
- 9041 ehem. Krankenhaus der Staatssicherheit der DDR
- 9042 Regierungskrankenhaus des Ministerrats der DDR
- 9055 Tankstelle
- 9057 Bauunternehmen.

Die Lage der Altlastenverdachtsflächen ist in der Anlage 1.1.3 dargestellt.

3.5.2 Zusammenfassung und Bewertung – Kenntnisstand zur Altlastensituation

In Rahmen der Konzepterstellung durch die Spiekermann ingenieure gmbh (20) wurden die vorliegen Altgutachten (vgl. Kapitel 2) vom Standort geprüft und die wesentlichen Erkenntnisse zusammengetragen.

Die Ergebnisse der Altgutachten zeigten, dass bereichsweise schädliche Bodenveränderungen nachgewiesen worden sind. Der Hauptanteil geht hierbei auf die ehem. Rieselfeldnutzung zurück. Lokal sind aber auch Verdachtsflächen u.a. auf durch die Nutzung des ehem. Krankenhauses der Staatssicherheit (Ölabscheider etc.) sowie die ehem. Tankstellen- und Baubetriebsnutzung im nordöstlichen Bereich des Rahmenplangebietes zurückzuführen.

Gerade in den oberen Bodenhorizonten wurden Belastungen an Quecksilber, Cadmium und Chrom festgestellt. Gemäß (4) wurden Quecksilberbelastungen in den nördlichen Rieselfeldschlägen nahezu flächendeckend nachgewiesen. Im südlichen Bereich des Standortes (ehem. Schlammtrockenplätze und Absetzbecken) liegen Quecksilberbelastungen und Cadmiumbelastungen hingegen eher lokal vor. Zudem wurden südlich der Straße am Sandhaus bereichsweise Belastungen u.a. auch an PAK, Kupfer und MKW nachgewiesen. Im südöstlichen

Bereich (ehem. Sportplatz) wurden ebenfalls hohe Belastungen der Aufschüttungen mit Quecksilber, Zink, Phenole und PAK (hohe Schlacke und Ascheanteile) lokalisiert.

3.5.3 Problemstellungen– Kenntnisstand zur Altlastensituation

Bei einigen in der Vergangenheit durchgeführten Altuntersuchungen erfolgten die Bodenprobenahmen ohne Berücksichtigung von Schichtwechseln (max. meterweise), wodurch die Belastungen einzelnen Bodenhorizonten nur schwer nachträglich zuzuordnen waren. Als weiterer Aspekt kam hinzu, dass bereichsweise nur eine sehr geringe Aufschlussdichte vorlag, was eine flächenhafte Eingrenzung der Schadstoffe nur bedingt zuließ. Weiterhin lagen, vergleichsweise wenig repräsentative Daten zur Bewertung des Grundwassers an Standort vor.

Der Großteil der Bodenuntersuchungen erfolgte in den 1990er Jahren und entspricht daher nicht mehr den aktuellen Bewertungskriterien der neuen BBodSchV (2023) und der Berliner Liste (2005). Demzufolge waren für das geplante B-Planvorhaben nicht nur die Altlastenverdachtsflächen und sensible Bereiche (Wohnnutzung, Kinderspielflächen) neu zu untersuchen sowie zu bewerten, sondern bereichsweise auch mögliche Ausgleichsflächen (ehem. Rieselfelder im südlichen Bereich) zu betrachten.

4 ARBEITSPLAN

4.1 Aufgabenstellung

Für das Themenfeld Altlasten waren folgende Defizite auszuräumen:

Defizit 1 Aussagen zur Altlastensituation gem. BBodSchV / Berliner Liste 2005 (Darstellung der Wirkungspfade Boden-Mensch, Boden-Grundwasser und Boden-Nutzpflanze entsprechend den ermittelten Bodenbelastungen), Angabe von Handlungsempfehlungen.

Defizit 2 Teilräumliche Eingrenzung möglicher Belastungsschwerpunkte.

Defizit 3 *Abschätzung schadstoffbedingter Mehrkosten / Entsorgungskosten. Bewertung der abfallrechtlichen Situation.* Die Bewertung der abfallrechtlichen Situation ist aus Kostengründen entfallen.

Defizit 7 Darstellung des weiteren Untersuchungsbedarfes / Hinweise für den weiteren Planungsprozess.

Für die Themenfelder Moorkunde/Bodenkunde, Hydrologie/Hydrogeologie (Defizit 5) und Baugrund (Defizit 4) waren folgende Kenntnisdefizite auszuräumen:

Defizit 4 Allgemeine Empfehlungen zur Gründung bei der Errichtung von mehrgeschossigen Wohngebäuden sowie für die Realisierung der Verkehrsinfrastruktur im B-Plangebiet.

Defizit 5 Vertiefung der Datengrundlage für das zu erstellende Regenwasserbewirtschaftungskonzept für das B-Plangebiet, insbesondere zum Auftreten von oberflächennahen Grundwasservorkommen („Schichtenwasser“) sowie der Versickerungsfähigkeit der Böden unter Berücksichtigung der Altlastensituation. Zudem sind die ehem. Rieselfelder sowie die große und die kleine Moorlinse zu betrachten.

Defizit 6 Bodenkundliche Untersuchung gemäß Kartieranleitung KA 5 (AG Boden, 2005) zur Beschreibung des Aufbaus der beiden Moorlinsen.

Defizit 7 Darstellung des weiteren Untersuchungsbedarfes / Hinweise für den weiteren Planungsprozess.

4.2 Ausräumung Kenntnisdefizite

Folgende Untersuchungen zur Ausräumung der Kenntnisdefizite wurden geplant (vgl. 4.1):

- Ausräumung Defizit 1 bis Defizit 3 – Altlastensituation:
  - Untersuchung der Wirkungspfade Boden–Mensch und Boden–Nutzpflanze nach BBodSchV (bis 0,30 m) mit der Entnahme von Oberbodenmischproben in ausgewählten Bereichen.
  - Untersuchung des Wirkungspfades Boden–Grundwasser mittels Bohraufschlüssen bis max. 5,0 m u. GOK an Verdachtsbereichen. Im Bereich des ehem Krankenhauses zusätzlich bis 8 m u. GOK im Zusammenhang mit den Baugrunduntersuchungen.
  - Aus- und Bewertung der Ergebnisse nach der neuen BBodSchV und Berliner Liste bzw. nach aktuellen Bewertungskriterien (Prüfwerten etc.) sowie kartografische Darstellung möglicher Belastungsschwerpunkte in Bezug auf tiefenhorizontierte und flächenhafte Verteilung der Schadstoffe.
  - Hydrochemische Untersuchung des Grundwassers über Grundwassermessstellen an acht ausgewählten Bereichen/Standorten.
  - Erarbeitung einer Handlungsempfehlung und Kostenschätzung zur Sanierung möglicher Schadstoffbereiche.

- Ausräumung Defizit 4 – Baugrundsituation:
  - Untersuchung des Untergrunds in Hinblick auf den Baugrund bis max. 8 m Tiefe in den geplanten Bebauungsbereichen. Die Untersuchungen erfolgen mittels Bohraufschlüssen (zur Schichtenaufnahme) und mittels schwerer Rammsonde/DPH (u.a. zur Bestimmung der Lagerungsverhältnisse). Da aktuell keine hinreichende Aufschlussdichte bzgl. des Baugrunds für die geplanten Bebauungsbereiche vorliegt.
  - Durchführung von Laboruntersuchungen u.a. auf den Wassergehalt, Ermittlung der Korngrößenverteilung, Bestimmung des Durchlässigkeitsbeiwertes (kf-Wert), der Konsistenzgrenzen, betonangreifender Inhaltsstoffe etc.
  - Bewertung der Untersuchungsergebnisse in einem Gutachten mit Berechnungskennwerten und Empfehlungen zu möglichen Gründungen sowie zur Ausweisung der Homogenbereiche.

- Ausräumung Defizit 5 – Thematik Versickerung und Entwässerung:
  - Durchführung von Laboruntersuchungen, Ermittlung der Korngrößenverteilung, Bestimmung des Durchlässigkeitsbeiwerts (kf-Wert) von ausgewählten Bereichen auf Grund der unzureichenden Datendichte zur Beurteilung der Thematik. Die Entnahme der Bodenproben erfolgt in Rahmen der Baugrunduntersuchungen.
  - Optional/Empfehlung: Messung der Grundwasseroberfläche (Stichtagsmessung) in ausgewählten Grundwassermessstellen mittels Datenloggern über einen Zeitraum von zunächst zwei Jahren, um eine entsprechende Datendichte zu ermitteln. Die Errichtung der Grundwassermessstellen / Rammpegel erfolgt in Rahmen der Altlastenuntersuchungen in ausgewählten Bereichen. Mögliche Bestandsmessstellen werden zudem auf ihre Funktionalität geprüft und ggf. in die Messungen einbezogen.

- Optional: Durchführung von Versickerungsversuchen mittels Doppelring-Infiltrometer an ausgewählten Bereichen.
- Aus- und Bewertung der Ergebnisse und Erstellung einer Handlungsempfehlung.
- Bewertung des Ist-Zustands und des Planfalls bzw. Prüfung der Realisierbarkeit des Konzeptes zur Niederschlagsentwässerung, welches neben einer dezentralen Versickerung auch eine Einleitung von gereinigtem Niederschlagswasser in die Moorlinsen zur Stabilisierung des Gewässerhaushalts als eine mögliche Variante vorsieht.

- Ausräumung Defizit 6 - Thematik Bodenkunde / Moorlinse:
  - Untersuchungen im Bereich der beiden Moorlinsen mit der Anlage von Grablöchern, Peilstangensondierungen und Schürfen bis max. 2,0 m Tiefe.
  - Horizontbezogene Beprobung inkl. Probendokumentation.
  - Erarbeitung der Bodendokumentation nach KA5.
  - Laboruntersuchungen u.a. auf TOC, pH-Wert und Analytik der Körnung.
  - Erstellung einer Kurzdokumentation mit einer zusammenfassenden Abschätzung hinsichtlich der ermittelten Bodenfunktionen.

- Ausräumung Defizit 7 – Darstellung weiterer Untersuchungsbedarf / Hinweise für Planungsprozesse:
  - Die Empfehlungen zur Ausräumung erfolgen auf Basis der Ergebnisse aus den Defiziten 1 bis 5 und 7.

Die Darstellung der Ergebnisse der Defizite 4, 5, 6 und 7 ist in den entsprechenden Gutachten der Anlagen 4 bis 6 dargestellt.

4.3 Geplante Altlastenuntersuchungen

4.3.1 Verdachtsflächen

1. ALVF 1449 (ehem. Rieselfelder-Nord, B-Plan-Gebiet, Flächengröße ca. 87.000 m²):

- Hier bestand der Altlastenverdacht aufgrund der ehem. Nutzung von u.a. Schlammtrockenplätzen und Absetzbecken.
- Es sollten zumindest die ehem. Schlammtrockenplätze, die ehem. Absetzbecken, die Senke südlich der geplanten Bebauung sowie im Bereich der beiden geplanten Wiedervernässungsgebiete im südwestlichen Vorhabengebiet Bohrsondierungen bis max. 3 m Tiefe durchgeführt werden.
- Weiterhin war die Entnahme von Oberbodenmischproben gemäß BBodSchV (bis 0,3 m u. GOK) auf 10 Teilflächen im Bereich der ALVF 1449 und Umfeld, insbesondere auf später sensibel genutzten Flächen (Schulhöfe, Spielplätze, Gartennutzung) vorgesehen.

2. ALVF 9041 (ehem. Stasi-Krankenhaus, Flächengröße 144.000 m²):

- Hier bestand der Verdacht aufgrund der früheren Nutzung als Krankenhaus mit Heizöllager, offenem Ölabscheider und Umgang und Lagerungen von wassergefährdenden Stoffen (Chloroform, Elektronikschrott, Fotochemikalien, Laborabfälle, ggf. Lösungsmitteln (Aceton), Metallen und Pharmazeutischen Abfällen).
- Hierbei wurden ergänzende Kleinrammbohrungen an bestimmten Verdachtsbereichen zu den Untersuchungen aus dem Jahr 2017 von 5 bis max. 8 m Tiefe geplant.
- Die Entnahme von Oberbodenmischproben war auf Grund der großflächigen Versiegelung nur auf den südwestlichen Bereich vorgesehen.

3. ALVF 9055 (Wiltbergstraße 31, Flächengröße ca. 710 m²):

- Die gesamte Verdachtsfläche (Fläche: 710 m²) ist gemäß Auskunft aus dem BBK auf der Grundlage orientierender Untersuchungen vom Verdacht auf schädl. Bodenveränderungen oder Altlasten befreit. Als altlastenrelevante Nutzung befand sich von 1929 – 1945 auf der Fläche eine Tankstelle der Deutsch-Amerikanischen Petroleumgesellschaft Dapolin mit einem 2 m² Tank. Später erfolgte eine Nutzung durch metallverarbeitendes Gewerbe bis 2008.
- Aktuell befindet sich auf dem Standort u.a. ein Supermarkt mit Parkfläche. In Rahmen der Untersuchungskampagne aus dem Jahr 2023 waren dort keine Untersuchungen vorgesehen.

4. ALVF 9057 (Wiltbergstraße 31, Flächengröße ca. 1.560 m²):

- Die gesamte Verdachtsfläche (Fläche: 1560 m²) ist gemäß Auskunft aus dem BBK auf der Grundlage orientierender Untersuchungen vom Verdacht auf schädl. Bodenveränderungen oder Altlasten befreit. Altlastenrelevante Nutzung bestand durch Baubetriebe mit Fuhrpark, Lagerung von Baustoffen und leeren Fässern; sowie Einsatz von Holzschutzmitteln.
- Aktuell befindet sich auf dem Standort ein Supermarkt. In Rahmen dieser Untersuchungskampagne sind dort keine Untersuchungen vorgesehen.

5. ALVF 9042 (ehem. Regierungskrankenhaus des Ministerrats der DDR, Flächengröße ca. 177.549 m²):

- Für diesen Bereich waren in der Untersuchungskampagne im Jahr 2023 keine Untersuchungen vorgesehen, da diesbezüglich keine Einbindung in das B-Plangebiet vorliegt.

6. ALVF 1446 (ehem. Rieselfelder, Flächengröße ca. 966.818 m²)

- Hier bestand ebenfalls der Verdacht aufgrund der ehem. Rieselfeldnutzung.
- Hier waren zumindest der Auffüllungshorizont zu untersuchen, bei organoleptischen Auffälligkeiten auch ggf. weitere tiefere Bodenschichten. Neben den Bohrsondierungen bis max. 3 m Tiefe sollten in diesem Bereich auch ca. 5 Grundwassermessstellen errichtet werden.

7. ALVF 10261 (Trafohaus, Flächengröße ca. 1.735 m²)

- Hier besteht der Verdacht aufgrund der ehem. Nutzung als Rieselfelder und der Nutzung als Trafostandort. Auf Grund der aktuellen Nutzung (Trafostandort, Gebäude unter Spannung) erfolgt dort keine Untersuchung, da vorzugsweise im Trafohaus ein oder mehrere Bohraufschlüsse ausgeführt werden müssten.

8. ALVF 1447 (ehem. Rieselfelder, Flächengröße ca. 24.747 m²)):

- Der Großteil dieses Gebietes liegt außerhalb des Rahmengebietes.
- In Rahmen der orientierenden Untersuchungskampagne im Jahr 2023 waren dort keine Untersuchungen vorgesehen.

9. Ehem. Sportplatz / Ehem. Lagerplatz (östlicher Bereich, Flächengröße ca. 22.178 m²)):

- Auf Grundlage der Sichtung von Altgutachten wurden als weitere Verdachtsbereiche der ehem. Sportplatz und der ehem. Lagerplatz im östlichen Bereich des Standortes identifiziert. In diesen Bereichen lagen gemäß (1) und (4) u.a. Halb- und Schwermetall- (u.a. Arsen, Cadmium, Blei und Quecksilber) sowie PAK- und Phenolbelastungen vor.

4.3.2 Vorbereitende Arbeiten

Folgende Arbeiten waren im Vorfeld der geplanten Untersuchungen durchzuführen:

- Vor der Durchführung waren Schachtscheine, Leitungsbestandspläne sowie die Kampfmittelauskunft einzuholen. Zur Überprüfung der Leitungsfreiheit waren ggf. Vorschachtungen bis 1,5 m u. GOK vorzunehmen.

- Der Standort „Buch - Am Sandhaus“ weist z.T. Wald, z.T. auch eine Sukzessiv-Vegetation aus Baum- und Strauchstrukturen auf. Die Bohraufschlusspunkte waren somit z.T. schwer zugänglich und ggf. freizuschneiden.

- Die Bohransatzpunkte sollten vor Beginn der Bohrsondierungen oberflächennah auf Kampfmittel freigemessen werden, bei entsprechenden Hinweisen auf Kampfmittel oder Störsignalen war eine Verlegung des jeweiligen Bohransatzpunktes (inkl. Dokumentation) vorzunehmen.

- Die Absteckung der geplanten Aufschlusspunkte erfolgte im Vorfeld durch ein Vermessungsbüro (Bezugssystem ETRS89). Mussten Bohransatzpunkte aufgrund der örtlichen Gegebenheiten verschoben werden, war die Abweichung zu dokumentiert. Zudem sollten die Bohransatzpunkte auf Grund der starken Vegetation ausgepflockt werden, um entsprechend erkennbar für die späteren Bohraufschlussarbeiten zu sein.

4.3.3 Wirkungspfad Boden-Mensch und Boden-Nutzpflanze nach BBodSchV

Für die Beurteilung der Wirkungspfade Boden-Mensch und Boden-Nutzpflanze war die Entnahme von Oberbodenmischproben nach der aktuellen BBodSchV (2023), aus je 2 Mischproben aus Tiefenbereichen von 0,0 - 0,1 m und 0,1 - 0,3 m (25 Einstiche pro Teilfläche) auf 11 Flächen innerhalb des B-Plangebiets vorgesehen. Das betraf folgende Teilflächen:

- Teilfläche 1 ca. 11.574 m² (Waldkita, aktuelle Nutzung)
- Teilfläche 2 ca. 1.753 m² (öffentl. Spielplatz, geplant)
- Teilfläche 3 ca. 4.084 m² (Sportplatz und öffentl. Spielplatz, geplant)
- Teilfläche 4 ca. 3.167 m² (Kita und Jugendtreff, geplant)
- Teilfläche 5 ca. 2.221 m² (Kita und Jugend-Wohnen, geplant)
- Teilfläche 6 ca. 2.224 m² (öffentlicher Spielplatz, geplant)
- Teilfläche 7 ca. 15.252 m² (Grundschule und Sport-/Multifunktionshalle, geplant)
- Teilfläche 8 ca. 2.687 m² (öffentlicher Spielplatz, geplant)

- Teilfläche 9 ca. 1.698 m² (Sportplatz, geplant)
- Teilfläche 10 ca. 3.185 m² (Sportplatz und öffentlicher Spielplatz, geplant)
- Teilfläche 11 ca. 27.537 m² (öffentliche Grünanlage Südpark, geplant)

Die Lage der Teilflächen für die Oberbodenmischproben ist der Anlage 1.1.7 zu entnehmen.

Die Analytik sollte unspezifisch auf eine breites Verdachtsspektrum erfolgen:

- Halb- und Schwermetalle (SM), ChromVI, Cyanide ges., PAK/Benzo(a)pyren, Aldrin, HCH, PCB6, PCP, Hexachlorbenzol, DDT und Antimon. Ein Verdacht auf sprengstofftypische Verbindungen für den Standort lag auf Grund der ehem. Nutzung nicht vor.

Die Bewertung für die jeweiligen Teilflächen als Ist-Zustand sowie für die späteren geplanten Bereiche als Wohngebiete oder Kinderspielflächen nach BBodSchV vorgesehen.

4.3.4 Wirkungspfad Boden-Grundwasser nach BBodSchV

Für die Bohraufschlüsse waren Kleinrammbohrungen (Bohrsondierungen, KRB, D = 50 – 80 mm) nach DIN EN ISO 22476-2 geplant.

Die Probenahme sollte schichten- bzw. max. meterweise erfolgen. Für die umweltchemische Untersuchungen sollten die Feststoffproben in Braunglas abgefüllt werden, bei Verdacht auf leichtflüchtige Schadstoffe (LHKW, BTEX) in Glasbehältnisse mit Methanoleinlage.

Für die Beurteilung des Pfades Boden-Grundwasser nach BBodSchV war folgendes Untersuchungsprogramm vorgesehen:

- Abteufen von ca. 46 Stück Bohrsondierungen bis max. 5,0 m u. GOK, inkl. Erstellung von Schichtenverzeichnissen zur Darstellung des geol. Untergrundes. Davon ca. 36 Stück bis 3 m u. GOK und ca. 10 Stück bis 5 m u. GOK.
  - Zzgl. Verlängerung von 8 Stück Bohrsondierungen von 5,0 m bis max. 8,0 m u. GOK im Bereich des ehem. Krankenhauses der Staatssicherheit bzgl. der Baugrundthematik.
- Geplante Bohrbereiche, welche durch eine Oberflächenversiegelung gekennzeichnet waren, sollten vorab mittels Kernbohrung durchörtert werden.
- In Rahmen der Bohraufschlüsse sollte zudem die Entnahme von Bodenproben für die späteren Laboruntersuchungen für das gesamte Profil erfolgen.
- Die Entnahme von Leichtflüchtigen Schadstoffen mittels Headspacegläsern (mit Methanoleinlage) war nur bei organoleptisch auffälligen Befunden (BTEX, LHKW) vorgesehen.
- Nach Durchführung der Bohraufschlüsse sollten diese mit Füllsand und/oder Quellton wiederverfüllt werden.
- Die Laboruntersuchungen sollten auf folgende Parameter erfolgen:
  - Analytik auf PAK, Annahme: ca. 2 Stk. pro Bohrung = 92 Stück
  - Analytik auf Halb- und Schwermetallen (As, Pb, Cd, Cr, Ni, Cu, Hg, Zn), Annahme: nur 1. Bodenmeter, ca. 46 Stk.
  - Analytik auf MKW, Annahme: ca. 2 Stk. Pro Bohrung = 92 Stück
  - Analytik auf PCB_6, Annahme: nur bei Verdacht, 1 Bodenmeter = 16 Stück

- Analytik auf BTEX und LHKW nur bei organoleptischem Befund

Die Bewertung sollte anhand der Berliner Liste (2005) und gemäß BBodSchV (2023) erfolgen.

Die Lage der Bohraufschlüsse (Altlasten) sind in den Anlagen 1.1.4 bis 1.1.6 und die Entnahmebereiche der Oberbodenmischproben in der Anlage 1.1.7 dargestellt.

4.3.5 Prüfung / Errichtung Grundwassermessstellen

Im Rahmen der Felduntersuchungen waren min. folgende vier Bestandsgrundwassermessstellen visuell zu prüfen, bis zur Endtiefe zu loten und anschließend mittels Auffüllversuchen in Hinblick auf ihre Ergiebigkeit zu testen:

- GWM 7726
  - FOK 2,55 m u. GOK
  - FUK 4,55 m u. GOK
- GWM 7725
  - FOK 2,45 m u. GOK
  - FUK 4,45 m u. GOK
- GWM 7706
  - FOK 2,50 m u. GOK
  - FUK 4,50 m u. GOK
- GWM 17314
  - FOK 3,50 m u. GOK
  - FUK 4,50 m u. GOK

In Rahmen der Erstbegehung und Planung wurde davon ausgegangen, dass auf keine der Grundwasserbestandsmessstellen zurückgegriffen werden kann. Daher sollten in Rahmen der geplanten Untersuchungen im Jahr 2023 neue Grundwassermessstellen errichtet werden. In Abstimmung mit der hydrologischen und hydrogeologischen Thematik war folgender Umfang vorgesehen:

- Errichtung von 19 Stück temporären Grundwassermessstellen bzw. Gewässerpegel (OWM) als Rammpegel mit Durchmesser DN 50,
  - davon 10 Stück DN 50 bis ca. 5 m u. GOK,
  - davon 5-6 Stück DN 50 bis ca. 6 m u. GOK,
  - Entnahme von Bodenproben und min. Beprobung des 1 Bohrmeters bzw. der Auffüllung, sofern es sich bei dem geplanten Ausbau von GWM nicht um Altlastenbohrungen handelt.
  - davon 3-4 Stück als Gewässerpegel (vrsl. 2-3 m) im Bereich der beiden Moorlinsen (Abflussbereich) sowie in den Gräben (Abflussbereich).
- Auf Grund der festgestellten, willkürlichen Zerstörungen im Untersuchungsgebiet (Vandalismus) wurde festgelegt, die GWM als Unterflurgrundwassermessstellen mit Straßenkappe auszubauen, so dass diese und die später eingebauten Datenlogger geschützt werden.
- Anschließend war das Klarpumpen und Entsanden jeder Grundwassermessstelle bis zur Trübungsfreiheit vorgesehen,

- Die Einmessung der Grundwassermessstellen sollte nach Lage und Höhe, jeweils Messung von Rohroberkante (bei geöffnetem Deckel) und Geländehöhe, Höhensystem: DHHN 92 (Genauigkeit +- 1 mm), Lagesystem: ETRS 89 erfolgen.
- Für die Altlastenthematik sollten zudem mindestens 8 Grundwassermessstellen mit folgendem Analytikumfang zunächst einmalig untersucht werden:
  - Messung Vorortparameter (pH-Wert, Temperatur, elektrische Leitfähigkeit, Redoxpotential, Sauerstoffgehalt) = 8 Stück
  - Analytik von PAK(15) nach EPA = 8 Stück
  - Analytik von Naphthalin und Methylnaphthaline = 8 Stück
  - Analytik von MKW (C10-C40) = 8 Stück
  - Analytik von 8 Halb- und Schwermetallen = 8 Stück
  - Analytik von Sulfat = 8 Stück
  - Analytik von Chlorid = 8 Stück
  - Analytik von AOX= 8 Stück
  - Analytik von Ammonium = 8 Stück
  - Analytik von Nitrat = 8 Stück
  - Optional: Analytik von BTEX und LHKW nur bei organoleptischem Befund.

Die weiteren 11 Rammpegel sollten zur Ermittlung der Grundwasserstände für die Themenbereiche Hydrologie/Hydrogeologie dienen.

Die Lage der Rammpegel/GWM und Gewässerpegel ist der Anlage 1.1.8 zu entnehmen.

5 DURCHGEFÜHRTE ARBEITEN - ALTLASTENUNTERSUCHUNGEN

Die Bohrungen sowie die Probenahme für die Altlastenthematik wurden im Zeitraum vom 06.11. bis 28.11.2023 durch die Fa. LWU GmbH unter fachtechnischer Begleitung der spiekermann ingenieure gmbh durchgeführt. Die Bohrpunkte wurden durch die Fa. GEOTECH Servicegesellschaft mbH aufgrund eines möglichen Kampfmittelverdachtes vorab freigemessen. Die Einmessung der Bohransatzpunkte sowie der Grundwassermessstellen und Gewässerpegel erfolgte durch die Fa. Danny Wolter Geotechnik und Vermessung.

5.1 Altlastenbohrungen

Die im Arbeitsplan/Konzept (20) festgelegten Lagebereiche der Kleinrammbohrungen für die Altlastenuntersuchungen konnten größtenteils ohne Verschiebung durchgeführt werden. Einige Bohransatzpunkte mussten um ca. 0,3 m bis zu max. 15 m versetzt werden. Gründe hierfür waren Störsignale oder versiegelte Bereiche. Weiterhin mussten einige Bohrungen auf Grund von Bohrhindernissen (Steine, zu dicht gelagerte Auffüllung, Restfundamente etc.) abgebrochen und geringfügig versetzt werden.

Die Beprobung der Bohraufschlüsse erfolgte meter- bzw. schichtenweise. Auf Grund von häufigen Schichtwechseln von bindigen und nicht bindigen Bereichen wurden deutlich mehr Bodenproben entnommen als ursprünglichen angenommen.

Aus den Bohrsondierungen wurden gemäß dem Analysenplan folgende Proben entnommen (vgl. Tabelle 1).

Tabelle 1: Übersicht analysierte Bodenproben aus den Altlastenuntersuchungen

Bohrung	Entnahme-tiefe [m u. GOK]	Endteufe [m u. GOK]	Bodenart	Probenummer	Labornummer	Parameter
KRB1A	0,08-0,16	3	Sand (Auffüllung)	P2-KRB1A	19554/11/23	PAK, SM, PCB
KRB1A	0,28-1,28	3	Sand (Auffüllung)	P4-KRB1A	19556/11/23	KW, PAK, SM, PCB
KRB2A	0,0-0,3	3	Sand (Auffüllung)	P1-KRB2A	19546/11/23	PAK, SM, PCB
KRB2A	0,3-0,72	3	Sand (Auffüllung)	P2-KRB2A	19547/11/23	KW, PAK, SM
KRB3A	0,2 - 0,45	3	Sand (Auffüllung)	P2-KRB3A	18315/11/23	PAK, SM
KRB4A	0,0-0,41	5	Sand (Auffüllung)	P1-KRB4A	19585/11/23	PAK, SM
KRB5A**//**GWM19/23	0,0-0,4	5	Sand (Auffüllung)	P1-KRB5A	18308/11/23	KW, PAK, SM
KRB5A**//**GWM19/23	0,4-0,71	5	Sand	P2-KRB5A	18309/11/23	PAK, SM
KRB6A	0,0-0,1	3	Sand (Auffüllung)	P1-KRB6A	19560/11/23	KW, PAK, SM, PCB
KRB6A	0,24-0,43	3	Sand (Auffüllung)	P3-KRB6A	19562/11/23	PAK, SM
KRB7A/GWM9/23	0,12-0,22	3	Sand (Auffüllung)	P2-KRB7A	19571/11/23	PAK, SM
KRB7A/GWM9/23	0,22-0,52	3	Sand	P3-KRB7A	19572/11/23	PAK, SM
KRB8A	0,14-0,82	3	Sand	P2-KRB8A	18303/11/23	KW, PAK, SM, PCB

Bohrung	Entnahme-tiefe [m u. GOK]	Endteufe [m u. GOK]	Bodenart	Probenummer	Labornummer	Parameter
KRB9A	0,0-0,2	3	Sand (Auffüllung)	P1-KRB9A	18295/11/23	PAK, SM
KRB9A	0,2-0,5	3	Sand	P2-KRB9A	18296/11/23	PAK, SM
KRB10A-II	0,15-0,3	3	Sand	P1-KRB10A-II	18245/11/23	KW, PAK, SM, PCB
KRB11A	0,0-0,33	3	Sand (Auffüllung)	P1-KRB11A	18271/11/23	PAK, SM
KRB11A	0,33-0,6	3	Schluff	P2-KRB11A	18272/11/23	PAK, SM
KRB12A	0,1-0,4	3	Sand (Auffüllung)	P1-KRB12A	18251/11/23	PAK, SM
KRB12A	0,4-1,6	3	Sand	P2-KRB12A	18252/11/23	KW, PAK, SM
KRB13A//GWM 10/23	0,2-0,66	6	Sand	P2-KRB13A	18418/11/23	PAK, SM
KRB14A	0,1-0,46	3	Sand (Auffüllung)	P1-KRB14A	18257/11/23	KW, PAK, SM, PCB
KRB15A	0,1-0,38	3	Sand (Auffüllung)	P1-KRB15A	18261/11/23	KW, PAK, SM
KRB15A	0,38-0,7	3	Sand	P2-KRB15A	18262/11/23	PAK, SM
KRB16A	0,0-0,27	3	Sand (Auffüllung)	P1-KRB16A	18266/11/23	PAK, SM
KRB16A	0,27-0,55	3	Sand	P2-KRB16A	18267/11/23	KW, PAK, SM
KRB17A	0,1-0,28	3	Tragschicht	P1-KRB17A	18366/11/23	PAK, SM, PCB
KRB17A	0,28-1,54	3	Sand	P2-KRB17A	18367/11/23	KW, PAK, SM
KRB18A//GWM 16/23	0,35-1,35	5	Sand	P2-KRB18A	18371/11/23	KW, PAK, SM, PCB
KRB19A	0,0-0,35	3	Sand (Auffüllung)	P1-KRB19A	18380/11/23	KW, PAK, SM
KRB19A	0,35-1,35	3	Sand	P2-KRB19A	18381/11/23	KW, PAK, SM
KRB20A	0,225-0,7	3	Sand	P1-KRB20A	19590/11/23	KW, PAK, SM
KRB20A	0,7-1,7	3	Sand	P2-KRB20A	19591/11/23	KW, PAK
KRB21A	0,0-0,4	3	Mutterboden	P1-KRB21A	18357/11/23	PAK, SM
KRB21A	0,4-1,4	3	Sand	P2-KRB21A	18358/11/23	KW, PAK, SM
KRB21A	2,3-3,0	3	Sand	P4-KRB21A	18360/11/23	PAK, SM
KRB22A	0-0,2	3	Mutterboden	P1-KRB22A	18361/11/23	PAK, SM
KRB22A	0,2-0,55	3	Sand	P2-KRB22A	18362/11/23	KW, PAK, SM, PCB
KRB22A	2,55-3,0	3	Sand	P5-KRB22A	18365/11/23	PAK, SM
KRB23A-I	0,4-1,4	3,72	Sand	P2-KRB23A	18346/11/23	KW, PAK, SM, PCB
KRB24A	0,1-0,4	5	Sand	P1-KRB24A	18319/11/23	PAK, SM, PCB
KRB24A	0,4-0,8	5	Sand	P2-KRB24A	18320/11/23	KW, PAK, SM
KRB25A	0,15-0,4	5	Sand (Auffüllung)	P2-KRB25A	18327/11/23	KW, PAK, SM
KRB26A//GWM 12/23	0,29-0,57	9	Sand	P2-KRB26A	18457/11/23	KW, PAK, SM, PCB
KRB27A -II	0,0-0,54	8	Sand (Auffüllung)	P1-KRB27A-II	18435/11/23	PAK, SM
KRB27A -II	0,54-1,42	8	Sand	P2-KRB27A-II	18436/11/23	KW, PAK, SM, PCB
KRB28A	0,0-0,53	8	Sand	P1-KRB28A	18446/11/23	PAK, SM
KRB28A	0,53-1,42	8	Sand	P2-KRB28A	18447/11/23	KW, PAK, SM, PCB
KRB29A//GWM 13/23	0,2-0,59	7	Sand (Auffüllung)	P2-KRB29A	18527/11/23	KW, PAK, SM, PCB
KRB30A-II	0,26-1,26	5	Sand (Auffüllung)	P2-KRB30A-II	18488/11/23	KW, PAK, SM
KRB30A-II	2,26-2,95	5	Sand	P4-KRB30A-II	18490/11/23	PAK, SM

Bohrung	Entnahme-tiefe [m u. GOK]	Endteufe [m u. GOK]	Bodenart	Probenummer	Labornummer	Parameter
KRB31A	0,21-1,21	8	Sand	P2-KRB31A	18472/11/23	KW, PAK, SM, PCB
KRB31A	2,27-2,42	8	Schluff	P4-KRB31A	18474/11/23	PAK, SM
KRB32A	0,38-0,73	8	Sand	P2-KRB32A	18496/11/23	KW, PAK, SM, PCB
KRB33A-II	1,42-2,06	8	Sand (Auffüllung)	P2-KRB33A-II	18511/11/23	KW, PAK, SM, PCB
KRB33A-II	2,41-2,57	8	Sand (Auffüllung)	P5-KRB33A-II	18513/11/23	PAK, SM
KRB34A-II//GWM18/23	0,28-0,95	9	Sand	P3-KRB34A-II	18541/11/23	KW, PAK, SM, PCB
KRB35A	0,14-0,7	3	Sand (Auffüllung)	P2-KRB35A	18337/11/23	KW, PAK, SM, PCB
KRB35A	0,7-1,7	3	Sand	P3-KRB35A	18338/11/23	PAK, SM
KRB36A	0,33-1,33	3	Sand	P3-KRB36A	18387/11/23	KW, PAK, SM
KRB37A	0,21-0,39	3	Sand (Auffüllung)	P2-KRB37A	18392/11/23	PAK, SM
KRB38A	0,1-0,46	3	Sand (Auffüllung)	P2-KRB38A	18404/11/23	PAK, SM
KRB39A	0,4-0,61	5	Sand	P2-KRB39A	18427/11/23	KW, PAK, SM
KRB40A	0,21-0,44	3	Sand	P2-KRB40A	18411/11/23	PAK, SM
KRB41A//GWM 17/2023	0,3-1,05	7	Sand (Auffüllung)	P2-KRB41A	19596/11/23	PAK, SM
KRB42A	0,1-0,4	3	Sand (Auffüllung)	P1-KRB42A	18236/11/23	KW, PAK, SM
KRB42A	1,0-2,1	3	Sand (Auffüllung)	P3-KRB42A	18238/11/23	KW, PAK, SM
KRB43A	0,31-1,00	3	Sand	P2-KRB43A	18285/11/23	KW, PAK, SM, PCB
KRB44A	0,0-0,28	3	Sand (Auffüllung)	P1-KRB44A	18290/11/23	PAK, SM
KRB44A	0,34-1,1	3	Sand	P2-KRB44A	18291/11/23	KW, PAK, SM, PCB
KRB45A	0,0-0,28	3	Sand (Auffüllung)	P1-KRB45A	19610/11/23	KW, PAK, SM, PCB
KRB45A	0,28-0,68	3	Sand	P2-KRB45A	19611/11/23	PAK, SM
KRB46A	0,0-0,38	3	Sand (Auffüllung)	P1-KRB46A	19616/11/23	KW, PAK, SM, PCB
KRB46A	0,38-1,38	3	Sand	P2-KRB46A	19617/11/23	PAK, SM
KRB47A-II	0,4-1,38	3	Sand	P3-KRB47A-II	18399/11/23	KW, PAK, SM
KRB48A-II	0,18-1,2	3	Sand (Auffüllung)	P2-KRB48A-II	18280/11/23	KW, PAK, SM
KRB48A-II	1,31-2,28	3	Sand	P4-KRB48A-II	18281/11/23	PAK, SM
KRB49A	0,00-0,44	3	Sand (Auffüllung)	P1-KRB49A	18341/11/23	KW, PAK, SM, PCB
KRB49A	0,44-1,44	3	Sand	P2-KRB49A	18342/11/23	PAK, SM
KRB50A	0,0-0,35	3	Sand (Auffüllung)	P1-KRB50A	19577/11/23	PAK, SM
KRB50A	0,35-1,35	3	Sand (Auffüllung)	P2-KRB50A	19578/11/23	KW, PAK, SM, PCB
GWM1/23	0,0-0,39	3	Sand (Auffüllung)	P1-GWM1/23	19635/11/23	PAK, SM, PCB
GWM1/23	0,39-1,39	3	Sand	P2-GWM1/23	19636/11/23	KW, PAK, SM
GWM4/23	0,0-0,48	3	Sand	P1-GWM4/23	19629/11/23	PAK, SM, PCB
GWM4/23	0,48-0,6	3	Sand	P2-GWM4/23	19630/11/23	KW, PAK, SM
GWM15/23	0,0-0,44	5	Sand (Auffüllung)	P1-GWM15/23	19621/11/23	KW, PAK, SM

Die Analytik der Bodenproben erfolgte auf die Parameter PAK(EPA), MKW(C10-C40), Halb- und Schwermetalle (As, Pb, Cd, Cr, Ni, Cu, Hg, Zn) sowie PCB_6. Die weiteren Bodenproben werden zunächst als Rückstellproben verwahrt.

Die Lage der Altlastenbohrungen sind in den Anlagen 1.1.4 sowie 1.1.5 und 1.1.6 dargestellt.

5.2 Entnahme von Oberbodenmischproben

Auf dem Standort wurden wie im Arbeitsplan/Konzept (20) festgelegt 22 Oberbodenmischproben (OB) gem. BBodSchV entnommen (Tabelle 2). Hierbei wurden insgesamt 11 Teilflächen beprobt, aus denen je 2 Oberbodenmischproben, jeweils von 0,0 - 0,1 m u. GOK und 0,1 – 0,3 m u. GOK im Labor untersucht wurden.

Tabelle 2: Übersicht Oberbodenmischproben

Probebezeichnung	Entnahmetiefe [m u. GOK]	Probenr.	Labornummer
TF 1; 0-0,1m	0-0,1	18216/11/23	2023-14456 / 29741
TF 1; 0,1-0,3m	0,1-0,3	18217/11/23	2023-14456 / 29742
TF 2; 0-0,1m	0-0,1	18218/11/23	2023-14456 / 29743
TF 2; 0,1-0,3m	0,1-0,3	18219/11/23	2023-14456 / 29744
TF 3; 0-0,1m	0-0,1	18214/11/23	2023-14456 / 29745
TF 3; 0,1-0,3m	0,1-0,3	18215/11/23	2023-14456 / 29746
TF 4; 0-0,1m	0-0,1	18212/11/23	2023-14456 / 29747
TF 4; 0,1-0,3m	0,1-0,3	18213/11/23	2023-14456 / 29748
TF 5; 0-0,1m	0-0,1	18206/11/23	2023-14456 / 29749
TF 5; 0,1-0,3m	0,1-0,3	18207/11/23	2023-14456 / 29750
TF 6; 0-0,1m	0-0,1	18208/11/23	2023-14456 / 29751
TF 6; 0,1-0,3m	0,1-0,3	18209/11/23	2023-14456 / 29752
TF 7; 0-0,1m	0-0,1	18200/11/23	2023-14456 / 29753
TF 7; 0,1-0,3m	0,1-0,3	18201/11/23	2023-14456 / 29754
TF 8; 0-0,1m	0-0,1	18198/11/23	2023-14456 / 29755
TF 8; 0,1-0,3m	0,1-0,3	18199/11/23	2023-14456 / 29756
TF 9; 0-0,1m	0-0,1	18202/11/23	2023-14456 / 29757
TF 9; 0,1-0,3m	0,1-0,3	18203/11/23	2023-14456 / 29758
TF 10; 0-0,1m	0-0,1	18204/11/23	2023-14456 / 29759
TF 10; 0,1-0,3m	0,1-0,3	18205/11/23	2023-14456 / 29760
TF 11; 0-0,1m	0-0,1	18210/11/23	2023-14456 / 29761
TF 11; 0,1-0,3m	0,1-0,3	18211/11/23	2023-14456 / 29762

Die Analytik erfolgte auf: Halb- und Schwermetalle (SM), ChromVI, Cyanide ges., PAK/Benzo(a)pyren, Aldrin, HCH, PCB6, PCP, Hexachlorbenzol, DDT und Antimon.

Die Entnahmebereiche sind der Anlage 1.1.7 zu entnehmen.

5.3 Durchführung von Auffülltests

In Rahmen der weiteren Planung wurden weitere Bestandsgrundwassermessstellen identifiziert. Die mit in die Planung einbezogenen Messtellen 4/92, 8/92, PB 6 und PB 10 konnten vor Ort nicht mehr aufgefunden werden. An den Bestandsmessstellen 1/92, 2/92, 3/92, 6/92, 7/92, 8/92 und PB 4 wurden daher letztendlich hydraulische Auffülltests durchgeführt werden, um zu prüfen, ob

die Grundwassermessstellen noch funktionsfähig bzw. hydraulisch ergiebig sind. Eine Übersicht und Auswertung der Auffülltests ist der Anlage 1.3 zu entnehmen. Die Messstellen 1/92, 2/92, 3/92 und 7/92 zeigten sich in Rahmen des Auffülltest als funktionsfähig und ergiebig und konnten somit in eine Wasserstanderhebung einbezogen werden. Die Messstellen 6/92 und 8/92 waren bei der Prüfung (Nov. 2023) trockengefallen und waren demzufolge nicht mehr nutzbar. Die Ergebnisse sind in Tabelle 3 dargestellt:

Tabelle 3: Ergebnisse der hydraulischen Auffülltests

GWM	Filter (m u. GOK)	Wasserspiegel in Ruhe (m u. GOK) (Messung vom 15.11.2023)	Wasserspiegel in Ruhe (m u. GOK) (Messung vom 12.11.1993)	Wasser-menge (in l)	Ergebnis
1/92	4,0 - 7,0	3,45	3,57	10	Funktionsfähig: Ja
2/92	2,0 - 5,0	1,58	2,17	8	Funktionsfähig: Ja
3/92	2,0 - 5,0	3,03	3,07	5	Funktionsfähig: Ja
6/92	2,0 - 5,0	trocken	1,95	-	Funktionsfähig: Nein Trockengefallen
7/92	4,0 - 7,0	4,17	4,1	10	Funktionsfähig: Ja
8/92	5,75 - 8,75	trocken	2,75	-	Funktionsfähig: Nein Trockengefallen
PB 4		1,11	1,94	5	Funktionsfähig: Ja

5.4 Errichtung von Grundwassermessstellen

Die Errichtung der Grundwassermessstellen (GWM) und Gewässerpegel (OWM) ist in Tabelle 4 dargestellt:

Tabelle 4: Übersicht errichtete Grundwassermessstellen (GWM) und Gewässerpegel (OWM)

GWM/ OWM	Filter (m u. ROK)	Teufe (m u. ROK)	Wasserspiegel in Ruhe (m u. MP) (Messung vom 27.11.2023)	Einhängetiefe der Pumpe (m unter MP)	Probenahme
GWM 1/23	0,0 - 2,0	3,08	0,58	1,5	ja, Pumpprobe
OWM 2/23					keine
OWM 3/23					keine
GWM 4/23	1,0 - 3,0	3	3,74		keine
OWM 5/23					keine
OWM 7/23					keine
GWM 9/23	2,0 - 4,0	4,09	1,68	3,0	ja, Pumpprobe
GWM 10/23	4,0 - 6,0	6,03	3,73	5,0	ja, Pumpprobe
GWM 11/23	4,0 - 6,0	6,08	4,17	5,0	ja, Pumpprobe
GWM 12/23	6,0 - 8,0	8,1	6,57		ja, Schöpfprobe
GWM 13/23	5,0 - 7,0	7,01	3,98	5,0	ja, Pumpprobe

GWM/ OWM	Filter (m u. ROK)	Teufe (m u. ROK)	Wasserspiegel in Ruhe (m u. MP) (Messung vom 27.11.2023)	Einhängetiefe der Pumpe (m unter MP)	Probenahme
GWM 14/23	5,0 - 7,0	7	4,89		keine
GWM 15/23	4,0 - 6,0	6	2,54		keine
GWM 16/23	3,00 - 5,00	5,03	3,16	4,5	ja, Pumpprobe
GWM 17/23	5,0 - 7,0	7,09	4,64	5,5	ja, Pumpprobe
GWM 18/23	5,0 - 7,0	8	5,59		keine
GWM 19/23	3,0 - 5,0	5	3,71		keine

5.5 Grundwasserprobenahme

Die Grundwasserprobenahmen erfolgten mittels Unterwassertauchpumpe (MP 1). Die physikochemischen Parameter (pH-Wert, elektrische Leitfähigkeit, Redoxpotential, Sauerstoff, Temperatur) und die organoleptischen Eigenschaften wurden vor Ort bestimmt. Das Abpumpen erfolgte mindestens bis zur Leitfähigkeitskonstanz.

Während des Abpump- und Probenahmevorgangs gemäß DIN 38402 A 13 werden folgende Messungen vorgenommen und dokumentiert:

- Lage des Wasserspiegels vor und nach dem Abpumpvorgang (bezogen auf Rohroberkante bei geöffneter SEBA-Kappe, ist keine SEBA-Kappe vorhanden stellt die Rohroberkante den Bezug dar), Angabe ROK in m NHN (Grundlage ist Geländehöhe)
- Uhrzeit von Beginn und Ende des Pumpvorgangs, der Probenahme sowie Wasserstandsmessung nach Beendigung des Abpumpvorgangs
- Förderstrom und Pumpdauer
- Tiefenlage der Pumpe bezogen auf ROK
- Messstellentiefe bezogen auf ROK
- Bestimmung der Vor-Ort-Parameter (Farbe, Geruch, Trübung, Bodensatz, pH-Wert, Temperatur, Leitfähigkeit, Sauerstoffgehalt, Redoxpotential)

Das während der Probenahme geförderte Grundwasser wurde aufgrund möglicher Schadstoffbelastung über Aktivkohle abgeleitet. Die Grundwasserproben wurde fachgerecht gekühlt (2-5°C) und anschließend in das Labor verbracht.

Insgesamt wurden acht Grundwassermessstellen (GWM 1/23, 10/23, 11/23, 12/23, 13/23, 16/23, 17/23 und 9/23) untersucht. An der GWM 12/23 konnte auf Grund der geringen Ergiebigkeit nur eine Schöpfprobe entnommen werden.

Die Lage der GWM und OWM ist der Anlage 1.1.81.1.8 zu entnehmen. In der Anlage 1.7.1 sind zudem die Grundwasserprobenahmenprotokolle aufgeführt.

6 ERGEBNISSE

6.1 Zusammenstellung Schichtenfolge

Im Rahmen der aktuellen Untersuchungen aus 2023 ergibt sich der nachfolgend (vereinfacht) dargestellte Schichtenaufbau (vgl. Tabelle 5). Die detaillierte Bodenansprache kann den Bohrprofilen in Anlage 1.8.1 entnommen werden.

Tabelle 5: Vereinfachte lithologische Darstellung des B-Plangebietes

Tiefe [m u. GOK]	Lithologie
0,0 bis max. 1,5 m u. GOK (ehem. Stasi-Krankenhaus bis max. 6 m u. GOK)	B-Plangebiet: Mutterboden, stellenweise Oberflächenversiegelung (Betonbodenplatten) Auffüllungen: Sande, teils kiesig, teils schluffig mit Wurzelresten, Organik, stellenweise mineralische Bestandteile (Beton-/Ziegelbruch), stellenweise humos Ehem. Stasi-Krankenhaus: Auffüllung stellenweise 5-6 m (Bereiche um Unterkellerung).
0,1 bis max. 5 m u. GOK	B-Plangebiet: Geogen: Wechsel von überwiegend Mittel- und Feinsande, tlw. grobsandige und kiesige Bereiche, stellenweise bindige Bereiche (Schluffe) von mehreren cm bis mehrere dm. In Richtung Osten (ehem. Sportplatz) stehen bindige Schichten stellenweise schon bei 0,45 m u. GOK an.
0,50 bis max. 8 u. GOK	Ehem. Stasi-Krankenhaus: Geogen: Wechsellagerung von Feinsand, Mittelsand, Grobsand, tlw. mit Einlagerung von bindigen Schichten (Schluff) und kiesigen Bereichen
5,97 bis max. 8 m u. GOK	Ehem. Stasi-Krankenhaus: Geogen: Geschiebemergel (Schluff, Ton) teilweise stark sandig

Die Auffüllungskörper reichen im B-Plangebiet meist bis in Tiefen von ca. 0,5 m u. GOK oder weniger, stellenweise wurden auch Auffüllungen bis ca. 1,5 m u. GOK lokalisiert. Im Bereich des ehem. Stasi-Krankenhauses weisen die Auffüllungen in Bereichen der Unterkellerung Mächtigkeiten bis max. ca. 6 m auf. Die Auffüllungshorizonte setzen sich überwiegend aus Sanden, untergeordnet aus Kiesen und Schluffen, zusammen. Teilweise wurden zudem mineralische Bestandsteile u.a. Betonbruch, Ziegelbruch sowie organische Verbindungen wie Holzkohle sowie Steine vorgefunden. Unterhalb der Auffüllung folgen die geogene Mittel- bis Feinsande, welche bereichsweise durch bindige und kiesige Lagen unterbrochen werden. Der im Liegenden der Sande ausgebildete Geschiebemergel steht im westl. Bereich (ehem. Stasi-Krankenhaus) mit tlw. mehreren Metern Mächtigkeiten in Tiefen ab ca. 6 m u. GOK an. Im östl. Bereich (ehem. Sportplatz) konnte die Oberkante des Geschiebemergels stellenweise schon bei ca. 0,45 m u. GOK erbohrt werden.

Die vorgefundenen Grundwasserflurabstände im B-Plangebiet variieren von ca. 1,70 m u. GOK (Bereich ehem. Sportplatz, südöstl. Bereich) bis max. 4,60 m u. GOK (nördl. Bereich). Im Bereich des ehem. Krankenhause liegen die GW-Ständen bei ca. 5,60 m bis 6,60 m u. GOK.

6.2 Untersuchungsergebnisse

6.2.1 Übersicht Bewertungskriterien Boden

Die Bewertung der Ergebnisse für die Bodenanalysen erfolgt nach Berliner Liste (2005, /14/) und BBodSchV (2021, /1/). Die Bewertungskriterien sind in folgender Tabelle 6 dargestellt:

Tabelle 6: Übersicht Bewertungskriterien Boden (ohne Oberbodenmischproben)

		Berliner Liste		BBodSchV				
Parameter	**Einheit**	**Wasser-schutzzone III B oder Flurabstand < 5 m (ungesättigte Bodenzone)**	**Flurabstand > 5 m (ungesättigte Bodenzone)**	**Vorsorgewert bei Bodenart[2] Sand (Anlage 1, Tabelle 1)**	**Vorsorgewert bei Bodenart[2] Lehm/Schluff (Anlage 1, Tabelle 1)**	**Vorsorgewert bei Bodenart[2] (Anlage 1, Tabelle 1)**	**Vorsorgewert bei TOC-Gehalt ≤ 4 % (Anlage 1, Tabelle 2)**	**Vorsorgewert bei TOC-Gehalt> 4 % bis 9 %[7] (Anlage 1, Tabelle 2)**
Trockenmasse	%							
Arsen (As)	mg/kg TS	80	240	10	20	20		
Blei[3] (Pb)	mg/kg TS	400	1 200	40	70	100		
Cadmium[4] (Cd)	mg/kg TS	6	18	0,4	1	1,5		
Chrom, ges (Cr)	mg/kg TS	400	1 200	30	60	100		
Kobalt (Co)	mg/kg TS	200	600					
Kupfer (Cu)	mg/kg TS	240	720	20	40	60		
Nickel[5] (Ni)	mg/kg TS	280	840	15	50	70		
Quecksilber (Hg)	mg/kg TS	4	12	0,2	0,3	0,3		
Thallium	mg/kg TS			0,5	1	1		
Zink[6] (Zn)	mg/kg TS	800	2 400	60	150	200		
Cyanid, ges (CN^-)*[3]	mg/kg TS	4	12					
Cyanid, frei (CN^-)	mg/kg TS	2	6					
MKW	mg/kg TS	400	1 200					
KW C10-C40	mg/kg TS							
KW C10-C22	mg/kg TS							
Σ BTEX	mg/kg TS	4	12					
Σ LHKW	mg/kg TS	4	12					
Alkylphenole	mg/kg TS	10	30					
Chlorphenole	mg/kg TS	2	6					
Σ PSM*[3]	mg/kg TS	0,5	1,5					
Summe aus PCB_6 und PCB-118[8]	mg/kg TS	0,2	0,6				0,05	0,1
Benzo(a)pyren	mg/kg TS						0,3	0,5
PAK_{16}[9]	mg/kg TS	12	36				3	5

6.2.2 Analytik der Bohrungen zur Gefährdungsbewertung hinsichtlich Altlasten

Ein Auszug der relevanten Ergebnisse ist in Tabelle 7 zusammengefasst. In der Anlage 1.5.1 ist eine vollständige Zusammenfassung der Analysenergebnisse tabellarisch dargestellt. Überschreitungen der Vorsorgewerte nach BBodSchV (/1/) für die jeweiligen Bodenart sind rot markiert. Zusätzliche Überschreitungen nach Berliner Liste sind gelb markiert. Die dazugehörigen Laborprüfberichte sind der Anlage 1.6.1 beigefügt.

Tabelle 7: Untersuchungsergebnisse der Bodenproben aus Kleinrammbohrungen (Auszug relevante Parameter)

Sondierung	Nr	Probentiefe [m u. GOK]	As	Pb[3]	Cd[4]	Cr	Cu	Ni[5]	Hg	Zn[6]	B(a)P	PAK_{16}[9]	ALVF
			mg/kg TS										
KRB1A	**P2**	0,08-0,16	9,3	18,5	0,28	17,2	**48,5**	**26,2**	0,07	**140**	< 0,010	0,21	keine
KRB1A	**P4**	0,28-1,28	1,7	5,9	<0,1	5,8	4,8	4,8	<0,05	18,2	< 0,010	0,031	keine
KRB2A	**P1**	0,0-0,3	9,2	15,7	0,17	19	**27**	**21,5**	<0,05	**82,4**	0,019	0,23	keine
KRB2A	**P2**	0,3-0,72	1,9	5,4	<0,1	5,3	4,4	6,3	<0,05	20,1	< 0,010	< 0,010	keine
KRB3A	**P2**	0,2 - 0,45	1,7	4,69	<0,1	4	4,1	3,6	<0,05	13,3	0,022	0,42	keine
KRB4A	**P1**	0,0-0,41	3,9	27,5	0,29	7	**73**	3,4	**0,24**	**60,6**	0,096	0,95	keine
KRB5A/ GWM19/23	**P1**	0,0-0,4	3,1	12,9	0,14	5,1	**60,6**	3,7	<0,05	29,7	0,043	0,75	keine
KRB5A/ GWM19/23	**P2**	0,4-0,71	1,3	3,2	<0,1	4,3	2,6	3,4	<0,05	33,2	< 0,010	0,086	keine
KRB6A	**P1**	0,0-0,1	**10,8**	11,6	<0,1	22,9	**22**	**16,7**	<0,05	59,6	< 0,010	0,28	keine
KRB6A	**P3**	0,24-0,43	2,5	8	0,17	3,6	7,4	3,5	<0,05	**170**	< 0,010	0,14	keine
KRB7A/ GWM9/23	**P2**	0,12-0,22	2,5	9,8	<0,1	4,6	12,8	7,5	0,05	28,9	< 0,010	0,013	keine
KRB7A/ GWM9/23	**P3**	0,22-0,52	0,8	1,9	<0,1	2,2	0,8	1,3	<0,05	4,9	< 0,010	< 0,010	keine
KRB8A	**P2**	0,14-0,82	2,7	3,9	<0,1	4,9	10,8	5,6	<0,05	22,8	< 0,010	< 0,010	keine
KRB9A	**P1**	0,0-0,2	2	13	<0,1	5,2	6,3	3,3	0,12	26,2	0,15	2,67	keine
KRB9A	**P2**	0,2-0,5	1,6	5,3	<0,1	5,6	4	4,4	0,05	20,1	< 0,010	< 0,010	keine
KRB10A-II	**P1**	0,2-0,3	1,8	**51,3**	0,34	9,1	14	3,9	**0,4**	**88,9**	0,12	1,51	keine
KRB11A	**P1**	0,0-0,33	3,6	**150**	**0,75**	20,5	**48,1**	6,3	0,9	**92,2**	0,13	1,82	keine
KRB11A	**P2**	0,33-0,6	4,7	8,3	0,11	12,5	19,8	9,4	0,17	**64,6**	< 0,010	0,085	keine
KRB12A	**P1**	0,1-0,4	3,1	29	0,33	10	18,2	7	**0,22**	**110**	**1,2**	**13,5**	1449
KRB12A	**P2**	0,4-1,6	2,8	30	0,15	8	18,7	3,9	**0,3**	48,3	**0,34**	**4,4**	1449
KRB13A/ GWM10/23	**P2**	0,2-0,66	3,5	**40,9**	0,15	11	**29,4**	3,5	**0,63**	34,4	0,07	0,89	keine
KRB14A	**P1**	0,28-0,46	**10,6**	**40,6**	**0,82**	13,4	**34,5**	7,4	**0,61**	**150**	**0,48**	**5,22**	1449
KRB15A	**P1**	0,0-0,38	5,6	**59,2**	0,34	10,6	**33,4**	6,9	**0,51**	**140**	**0,58**	**5,86**	1449
KRB15A	**P2**	0,38-0,7	2,4	11,5	<0,1	5,4	8,3	3,9	0,14	29,4	0,034	0,39	1449

Sondierung	Nr	Probentiefe [m u. GOK]	As	Pb[3]	Cd[4]	Cr	Cu	Ni[5]	Hg	Zn[6]	B(a)P	PAK_{16}[9]	ALVF
			mg/kg TS										
KRB16A	**P1**	0,0-0,27	3,1	20,1	0,37	**33,5**	**43,9**	**16,7**	**0,26**	**155**	0,087	1,04	1449
KRB16A	**P2**	0,27-0,55	2,8	14	0,13	8,1	10,9	5,8	0,16	**79,5**	**0,54**	**5,59**	1449
KRB17A	**P1**	0,1-0,28	5,8	11,3	<0,1	12,6	11,1	6,6	0,1	30,5	**10**	**106**	1449
KRB17A	**P2**	0,28-1,54	2,3	10,6	0,15	7,6	11,5	3,2	**0,27**	40,3	< 0,010	0,2	1449
KRB18A/ GWM16/23	**P2**	0,35-1,5	2,4	11,6	0,18	6,4	19,7	3,4	**0,24**	39,6	< 0,010	< 0,010	1449
KRB19A	**P1**	0,0-0,35	1,9	14,5	**0,65**	13,8	14,3	4,9	**0,39**	**77,2**	< 0,010	0,014	1449
KRB19A	**P2**	0,35-1,86	2,4	3,8	<0,1	5,1	7,1	3,5	0,08	18,8	< 0,010	< 0,010	1449
KRB20A	**P1**	0,225-0,7	2	4,6	<0,1	3,7	5,5	3,3	<0,05	16,3	0,029	0,31	1449, 9041
KRB20A	**P2**	0,7-1,85									< 0,010	0,035	1449, 9041
KRB21A	**P1**	0,0-0,4	5,6	**275**	**1,19**	**79**	**190**	6,5	**0,33**	**145**	**0,58**	**6,16**	1449, 9041
KRB21A	**P2**	0,4-1,4	3,5	**61,3**	0,39	16,5	**52,8**	4,3	**1**	**65,5**	0,29	2,45	1449, 9041
KRB21A	**P4**	2,3-3,0	2,1	2,3	0,21	3,3	8,6	3	0,1	43,9	<0,010	0,01	1449, 9041
KRB22A	**P1**	0-0,2	2	**65**	**0,75**	**100**	**32,6**	4,2	0,15	**100**	0,13	1,56	1449, 9041
KRB22A	**P2**	0,2-0,55	5	**265**	**1,5**	29	**180**	5,4	**0,47**	**110**	**1,4**	**13,6**	1449, 9041
KRB22A	**P5**	2,55-3,0	0,6	1,8	<0,1	2,3	2,8	3,3	<0,05	**76,3**	<0,010	<0,010	1449, 9041
KRB23A-I	**P2**	0,4-1,4	2	4,4	0,17	6,9	14	2,9	0,09	30,5	<0,010	0,011	1449, 9041
KRB24A	**P1**	0,1-0,4	1,7	9,1	<0,1	3,9	2,6	3,1	<0,05	15,7	<0,010	0,069	9041
KRB24A	**P2**	0,4-0,8	4	5,1	<0,1	3,8	4,3	4,8	<0,05	17,6	<0,010	<0,010	9041
KRB25A	**P2**	0,15-0,4	2,1	3,9	<0,1	4,4	2,2	3,5	0,11	17,9	0,044	0,52	9041
KRB26A/ GWM12/23	**P2**	0,29-0,57	1,8	5,3	<0,1	4	2,6	2,9	<0,05	14,3	<0,010	<0,010	9041
KRB27A-II	**P1**	0,0-0,54	3	**47,2**	**0,61**	12,9	**21,8**	5,3	**0,58**	**85,4**	0,13	1,29	9041
KRB27A-II	**P2**	0,54-1,42	1,3	2,2	<0,1	3,8	1,3	2,1	<0,05	9,8	<0,010	<0,010	9041
KRB28A	**P1**	0,0-0,53	3,3	**70,7**	**0,55**	**30,3**	**30,6**	6,7	**0,81**	**88**	0,22	2,85	9041
KRB28A	**P2**	0,53-1,42	1,6	4,4	<0,1	6	2,2	4,6	<0,05	15,7	<0,010	<0,010	9041
KRB29A/ GWM13/23	**P2**	0,2-0,59	1,9	3,3	<0,1	4	4,6	4,1	<0,05	12,1	<0,010	<0,010	9041
KRB30A-II	**P2**	0,26-2,26	2	4,7	<0,1	5,8	4,2	5	<0,05	17	<0,010	<0,010	9041
KRB30A-II	**P4**	2,26-2,95	1,8	4,3	<0,1	4,5	3,1	3,6	<0,05	17,7	<0,010	0,12	9041
KRB31A	**P2**	0,21-2,27	1,9	3,4	<0,1	4,1	3,6	3,8	<0,05	15,1	<0,010	<0,010	9041
KRB31A	**P4**	2,27-2,42	1,6	3,4	<0,1	4,1	3,7	3	<0,05	12,3	<0,010	<0,010	9041
KRB32A	**P2**	0,38-0,73	2,1	4,3	<0,1	6,1	5,4	4,5	<0,05	16,3	<0,010	0,15	9041
KRB33A-II	**P2**	0,42-1,06	2	30,2	**0,4**	9,3	10,7	4	**0,32**	44,6	0,1	1,64	9041
KRB33A-II	**P5**	2,41-2,57	1,8	10,2	<0,1	4,06	4,5	3,1	0,06	17,5	<0,010	0,069	9041
KRB34A-II/ GWM18/23	**P3**	0,28-0,95	1,7	6,3	<0,1	3,9	2,5	2,9	<0,05	13	<0,010	0,011	9041

Sondierung	Nr	Probentiefe [m u. GOK]	As	Pb[3]	Cd[4]	Cr	Cu	Ni[5]	Hg	Zn[6]	B(a)P	PAK_{16}[9]	ALVF
			mg/kg TS										
KRB35A	**P2**	0,14-0,7	1,6	2,7	<0,1	3,8	1,8	2,9	<0,05	9,4	<0,010	0,06	9041
KRB35A	**P3**	0,7-3,0	1,5	2,3	<0,1	2,8	2,4	2,6	<0,05	8,7	<0,010	<0,010	9041
KRB36A	**P3**	0,33-1,33	1,6	4,3	<0,1	5,3	2	4,1	<0,05	14,9	<0,010	<0,010	keine
KRB37A	**P2**	0,21-0,39	2,6	11,8	<0,1	4,6	3,4	2,7	<0,05	16,7	<0,010	0,15	keine
KRB38A	**P2**	0,1-0,46	1,5	6,4	<0,1	4,1	2	3,1	<0,05	16,7	0,083	0,67	keine
KRB39A	**P2**	0,4-0,61	1,6	7,5	<0,1	4,5	2	3,4	<0,05	17,8	<0,010	<0,010	keine
KRB40A	**P2**	0,21-0,44	2,2	10,6	<0,1	5,1	4,4	3,6	0,07	18,2	<0,010	0,074	keine
KRB41A/ GWM17/2023	**P2**	0,3-1,05	1,7	4,3	<0,1	3,9	2,3	3,4	<0,05	14,5	0,016	0,24	keine
KRB42A	**P1**	0,1-0,4	3,2	31,3	0,15	8,6	12,8	7,1	0,14	**100**	**1**	**13,5**	1449
KRB42A	**P3**	0,7-2,1	2,8	21,5	0,21	8,9	17,5	5,5	**0,23**	46,6	0,04	0,42	1449
KRB43A	**P2**	0,31-1,51	3,3	6,2	<0,1	4,1	6,7	3,9	0,08	17,8	<0,010	0,046	1449
KRB44A	**P1**	0,0-0,28	4,3	30,3	0,39	14,4	**26,1**	6,5	**1,6**	**120**	<0,010	**33,2**	keine
KRB44A	**P2**	0,34-1,1	1,9	15,3	0,11	5,4	8,8	3,2	**0,5**	38,3	0,075	1,04	keine
KRB45A	**P1**	0,0-0,28	2,6	**210**	**2,7**	**110**	**120**	5,3	**1,8**	**74,5**	**0,35**	**4,49**	1446
KRB45A	**P2**	0,28-0,68	0,8	38,7	0,17	8,4	17,2	1,1	**0,45**	9,5	<0,010	0,051	1446
KRB46A	**P1**	0,0-0,38	2	**180**	**0,46**	12,7	**50,3**	4,9	**2,9**	**140**	0,23	**3,36**	1446
KRB46A	**P2**	0,38-1,38	0,6	1,8	<0,1	2,1	1,4	1,1	<0,05	12,9	<0,010	0,014	1446
KRB47A-II	**P3**	0,4-1,38	2,1	4,9	<0,1	5,3	2,7	3,9	<0,05	18,1	<0,010	<0,010	keine
KRB48A-II	**P2**	0,18-1,2	1,8	3,7	<0,1	3,7	2,3	3,5	<0,05	14,3	<0,010	<0,010	keine
KRB48A-II	**P4**	1,31-2,28	2,4	3,7	<0,1	6,3	4,8	6	<0,05	15,8	<0,010	<0,010	keine
KRB49A	**P1**	0,00-0,44	3,7	**49,8**	0,32	27,9	**24**	3,4	**0,89**	45,4	0,059	0,67	1449, 9041
KRB49A	**P2**	0,44-1,44	2,3	6,3	0,22	7,5	15,7	3,9	**0,3**	35,2	<0,010	0,042	1449, 9041
KRB50A	**P1**	0,0-0,35	**12,8**	27,6	0,39	15,4	**43,2**	**23,5**	**0,28**	**125**	0,074	0,58	keine
KRB50A	**P2**	0,35-1,35	2,7	34,2	0,36	6,4	**38,9**	4,7	**0,83**	**275**	0,23	2,64	keine
GWM1/23	**P1**	0,0-0,39	1,1	11,6	0,12	7,7	10,9	3,9	**0,29**	33,6	<0,010	0,098	1446
GWM1/23	**P2**	0,39-1,39	0,6	3,9	<0,1	4,9	1,8	3,6	<0,05	19,2	<0,010	0,16	1446
GWM4/23	**P1**	0,0-0,48	3,9	34	0,33	11,9	**31,2**	4,9	**1,2**	**61,2**	<0,010	<0,010	1446
GWM4/23	**P2**	0,48-0,6	5,2	23,4	0,36	10,7	**30**	9,1	**0,47**	**105**	0,099	0,97	1446
GWM15/23	**P1**	0,0-0,44	2,2	**55,7**	**0,55**	17,9	**44,5**	4,9	**2,8**	**135**	0,096	0,95	1446

rot & fett markierte Werte überschreiten die Vorsorgewerte nach BBodSchV (2021)
gelb hinterlegte Werte überschreiten die GFS der Berlinerliste (2005)

Überwiegend wurden zunächst Bodenproben aus der Auffüllung (bis max. 1,5 u. GOK) und der oberflächennahen geogenen Bodenschichten (bis max. 3,0 m u. GOK) untersucht. Im Bereich des ehem. Krankenhauses der Staatssicherheit wurden vereinzelt auch Analysen aus

Tiefenbereichen bis max. 7,2 u. GOK analysiert. Die Festlegung der Analysen erfolgte in Absprache mit der zuständen Umweltbehörde beim Bezirksamt Pankow von Berlin.

Überschreitungen der Beurteilungswerte nach Berliner Liste wurden wie folgt festgestellt:

- KRB 17 A (Gewerbefläche, Am Sandhaus 19)
  - PAK mit 106 mg/kg (Tiefe: 0,1 bis 0,28 m u. GOK)
- KRB 22 A (südweslt. Bereich)
  - PAK mit 13,6 mg/kg (Tiefe: 0,2 bis 0,55 m u. GOK)
- KRB 42 A (östl. Bereich, am Sandhaus)
  - PAK mit 13,5 mg/kg (Tiefe: 0,1 bis 0,40 m u. GOK)
- KRB 44 A (östl. Bereich, am Sandhaus)
  - PAK mit 33,2 mg/kg (Tiefe: 0,0 bis 0,28 m u. GOK)

Die vorgefundenen PAK-Belastungen wurden alle im Bereich der Auffüllung lokalisiert. Weitere Parameterüberschreitungen nach Berliner Liste (2005) wurden nicht festgestellt.

Die Bewertung nach BBodSchV (2023) für die Vorsorgewerte der jeweiligen Bodenart zeigt hingegen eine flächenhafte Überschreitung für die Halb- und Schwermetalle sowie PAK im gesamten B-Plangebiet. Die nachgewiesen Überschreitungen der Vorsorgewerte beschränken sich hauptsächlich auf die Auffüllungsbereiche.

Die beiden südlich des B-Plangebietes untersuchten Proben aus der KRB45A und KRB 46A (landwirtschaftlich genutzte Fläche) zeigen ebenfalls bis ca. 0,4 m u. GOK Überschreitungen der Vorsorgewerte nach BBodSchV für PAK sowie für einige Halb- und Schwermetalle (u.a. Blei, Cadmium, Kupfer, Quecksilber).

Die untersuchten Bodenproben auf PCB zeigte mit Ausnahme der Probe P1-KRB45A (PCB = 0,051 mg/kg) keine PCB-Befunde, die oberhalb der Bestimmungsgrenze nachgewiesen werden (vgl. Anlage 1.5.1).

LHKW und BTEX wurden aufgrund von fehlender organoleptischer Auffälligkeit in Rahmen der Vor-Ort-Untersuchungen nicht analysiert.

6.2.3 Oberbodenmischproben

Die Bewertung der Oberbodenmischproben erfolgt nach der BBodSchV (/1/) für den Wirkungspfad Boden-Mensch bzgl. der Nutzungen als Wohngebiete und Kinderspielflächen. Die vollständigen Ergebnisse der Mischproben sind in der Anlage 1.5.2 dargestellt, ein Auszug der relevanten Parameter ist der Tabelle 8 zu entnehmen. Die dazugehörigen Prüfberichte sind in der Anlage 1.6.2 zu finden.

Tabelle 8: Untersuchungsergebnisse der Oberbodenmischproben (Auszug relevante Parameter)

Proben-bezeichnung	Parameter		$Chrom_{gesamt}$[2]	$Chrom_{VI}$[2]	Benzo(a)pyren (Leitparameter PAK)	∑PAK (EPA16)	PCB_6
	Prüfwerte Kinderspielflächen [mg/kg TM]		200	130	0,5		0,4
	Prüfwerte Wohngebiete [mg/kg TM]		400	250	1		0,8
TF 1; 0-0,1m	Waldkita	[mg/kg TM]	101	17,6	0,26	2,5	0,11
TF 1; 0,1-0,3m			**577**	30,1	**0,69**	6,03	**0,45**
TF 2; 0-0,1m	öffentlicher Spielplatz		7,09	< 0,50	0,42	3,98	< 0,010
TF 2; 0,1-0,3m			6,21	< 0,50	**2,70**	28,6	< 0,010
TF 3; 0-0,1m	Sportplatz und öffentlicher Spielplatz		7,27	< 0,50	0,08	0,81	< 0,010
TF 3; 0,1-0,3m			7,67	< 0,50	0,13	1,39	< 0,010
TF 4; 0-0,1m	Kita und Jugendtreff		7,14	< 0,50	**0,78**	9,04	< 0,010
TF 4; 0,1-0,3m			7,81	< 0,50	**1,70**	13,9	< 0,010
TF 5; 0-0,1m	Kita und Jugend-Wohnen		172	12,1	0,49	4,6	< 0,010
TF 5; 0,1-0,3m			169	11,6	0,43	0,057	0,17
TF 6; 0-0,1m	öffentlicher Spielplatz		5,26	< 0,50	0,24	2,15	< 0,010
TF 6; 0,1-0,3m			5,5	< 0,50	0,19	1,82	< 0,010
TF 7; 0-0,1m	Grundschule und Sport-/Multifunktions-halle		9,1	< 0,50	0,06	0,94	< 0,010
TF 7; 0,1-0,3m			8,93	< 0,50	0,03	0,24	< 0,010
TF 8; 0-0,1m	öffentlicher Spielplatz		10,2	< 0,50	0,10	0,83	< 0,010
TF 8; 0,1-0,3m			10	< 0,50	0,06	0,43	< 0,010
TF 9; 0-0,1m	Sportplatz		6,18	< 0,50	<0,010	0,13	< 0,010
TF 9; 0,1-0,3m			5,15	< 0,50	<0,010	0,011	< 0,010
TF 10; 0-0,1m	Sportplatz und öffentlicher Spielplatz		5,28	< 0,50	0,06	0,76	< 0,010
TF 10; 0,1-0,3m			4,96	< 0,50	0,04	0,61	< 0,010
TF 11; 0-0,1m	öffentliche Grünanlage Südpark		43	3,3	**4,50**	43,6	0,028
TF 11; 0,1-0,3m			29,3	2,1	0,31	3,18	0,022

[2] = Bei Überschreitung der Prüfwerte für $Chrom_{gesamt}$ ist der Anteil an $Chrom_{VI}$ zu messen und anhand der Prüfwerte für Chrom VI zu bewerten.
rot & fett markierte Werte = Überschreitung der Prüfwerte für den Wirkungspfad Boden-Mensch

Die Ergebnisse der Oberbodenmischproben der 11 Teilflächen (TF) zeigen bei den untersuchten Mischproben der TF 1 (0,1-0,3 m), TF 2 (0,1-0,3 m), TF 4 (0-0,3 m) und TF 11 (0-0,1 m) Überschreitungen für Benzo(a)pyren (Leitparameter PAK). Die Konzentrationen liegen im Bereich von ca. 0,69 bis max. 4,50 mg/kg (TF 11; 0-0,1 m).

Die Ergebnisse aus dem Bereich der Waldkita (aktuelle Nutzung) zeigen zudem im Tiefenbereich von 0,1 bis 0,3 m u. GOK PCB-Gehalte von 0,45 mg/kg und Chrom($_{gesamt}$)-Gehalte von 577 mg/kg und somit Überschreitungen der Prüfwerte. Einschränkend ist zu festzustellen, dass die nachgewiesenen Gehalte an Chrom$_{VI}$ (höchste Oxidationsstufe, krebserzeugend) von 30,1 mg/kg deutlich unterhalb des Prüfwertes liegen. Gemäß /1/ ist bei Überschreitung der Prüfwerte für Chrom$_{gesamt}$ der Anteil an Chrom$_{VI}$ zu messen und anhand der Prüfwerte für Chrom$_{VI}$ (130 mg/kg) zu bewerten.

6.2.4 Grundwasser

6.2.4.1 Feldmesswerte

In der nachfolgenden Tabelle 9 sind die bei der Probenahme am 27.11.2024 gemessenen Vor-Ort-Parameter aufgelistet:

Tabelle 9: Messung Vor-Ort-Parameter vom 27.11.2023

9	Labor-Nr.	Temp.	E. Leitfähigkeit	pH-Wert	O2-Gehalt	Redoxsp.	Einordnung	Umrechnung
GWM		°C	[µS/cm]		[mg/l]	[mV]		rh-Wert
GWM 1/23	2023-14455 / 29731	10,1	1.208	6,84	28,4	-90	Sulfat-RE	10,64
GWM 10/23	2023-14455 / 29733	11,7	683	6,63	11,7	110	Eisen-RE	16,98
GWM 11/23	2023-14455 / 29734	11,1	1.483	6,64	3	10	Sulfat-RE	13,62
GWM 12/23	2023-14455 / 29735	9,3	966	7,38	41,2	160	Eisen-RE	20,17
GWM 13/23	2023-14455 / 29736	11,5	774	6,91	89,7	220	Eisen-RE	21,26
GWM 16/23	2023-14455 / 29737	13,6	639	6,76	3,3	-110	Sulfat-RE	9,80
GWM 17/23	2023-14455 / 29738	13,5	340	6,4	58	210	Eisen-RE	19,90
GWM 9/23	2023-14455 / 29732	12,2	966	6,7	1,2	-10	Sulfat-RE	13,06

Die gemessenen **pH-Werte** des Grundwassers liegen in Bereichen von 6,4 bis max. 7,38. Demzufolge nahe im Bereich des neutralen Milieus (pH 7).

Die **elektrische Leitfähigkeit** kann als Maß für die Quantität an gelösten Stoffen herangezogen werden. Die elektrischen Leitfähigkeiten der beprobten GWM liegen in Bereichen von ca. 340 µS/cm (GWM 17/23, Anstrombereich) bis ca. 1.483 µS/cm (GWM 11/23, Abstrombereich). Die GWM 1/23, 9/23, 11/23 und 12/23 mit E. Lf. > 1.000 µS/cm zeigen deutliche Hinweise auf einen erhöhten bis hohen Anteil an gelösten Stoffen, in Form von u.a. Salzen (überwiegend Sulfat). Dies bestätigen die analysierten Sulfatkonzentrationen von ca. 160 bis ca. 268 mg/l in den vier Grundwassermessstellen. In den weiteren GWM sind die gemessen E. Leitfähigkeit deutlich geringer bzw. geben Rückschlüsse auf wenig (GWM 17/23) bis mäßig gelöste Stoffe im Grundwasser.

Die Grundwasserproben zeigen **Redoxspannungen** von -110 bis +220 mV auf und können daher nach Umrechnung auf den **rH-Wert** als vorwiegend schwach reduzierend bis indifferente Systeme eingestuft werden. In Abstromrichtung des B-Plangebietes (GWM 1/23 und GWM 11/23) kann eine Abnahme der rH-Werte festgestellt (rH-Bereiche von 10,64 bis 13,62) werden, was für schwach reduzierende Verhältnisse spricht. Die gemessenen Redoxspannungen von -90 bis 10

mV liegen hierbei in Bereichen einer möglicher Sulfatreduktion bzw. Sulfatabbau (Eh-Werte von -200 bis 100 mV für Sulfatreduktion üblich).

Neben dem Redoxpotential/Redoxspannung Eh (mV) wird häufig der sog. rH-Wert ermittelt. Dieser ist ein pH-Wert-unabhängiges Kriterium für das Redoxvermögen einer Wasserprobe. Definiert ist der rH-Wert als der negative dekadische Logarithmus des Wasserstoffpartialdrucks (also rH = -log pH), mit welchem eine Platinelektrode beladen sein müsste, um eine der Lösung entsprechende Reduktionswirkung auszuüben. Die Umrechnung zum Eh-Wert erfolgt über die Formel rH = 2 x (Eh/EN)+ 2 pH, [mit EN = NERNST-Spannung (59,16 mV)].

Die (reduzierenden) Eigenschaften von Wässern lassen sich nach den somit bestimmten rH-Werten wie folgt charakterisieren:

rH = 0 bis 9: stark reduzierende Eigenschaften (red. +),

rH = 9 bis 17: vorwiegend schwach reduzierend (red. -),

rH = 17 bis 25: indifferente Systeme (ind.),

rH = 25 bis 34: vorwiegend schwach oxidierend (oxi. -),

rH = 34 bis 42: stark oxidierend (oxi. +).

Demzufolge liegt im oberen Grundwasserleiter (Panketalgrundwasserleiter) bzw. im Bereich des B-Plangebiets ein schwach reduzierendes bis indifferentes/neutrales Milieu vor.

Der **Sauerstoffgehalte** sind in einigen GWM vergleichsweise hoch (GWM 13/23 = ca. 90 mg/l, GWM 17/23 = 58 mg/l), was u.a. darauf zurückzuführen ist, dass die Filterstrecken einiger GWM zum Zeitraum der Probenahme (27.11.2024) nicht vollständig im wassergesättigten Bereich lagen bzw. auch tlw. nicht in ergiebigen Schichten mit den eigentlich erforderlichen hydraulischen Durchlässigkeiten ausgebaut wurden. Für die Errichtung der GWM spielte vorrangig der Bemessungsgrundwasserstand im späteren B-Plangebiet (Baugrund- und Entwässerungsthematik) für die kommenden 2 Jahre die wesentliche Rolle. Da die GWM auch zur durchgängigen Grundwasserstanderhebung mittels Datenlogger fungieren sollten, wurde bereichsweise der Ausbau der GWM mittels Sumpfrohr angepasst.

Organoleptische Auffälligkeiten in Form von geruchlichen und visuellen Befunden konnten bei der Probenentnahme nicht festgestellt werden.

6.2.4.2 Analytikergebnisse

Die Ergebnisse der beprobten Grundwassermessstellen sind in der Anlage 1.5.3 dargestellt und in der Tabelle 10 aufgeführt. Die Bewertung erfolgt gemäß den Prüfwerten der Berliner Liste (2005, /14/) sowie den Geringfügigkeitsschwellenwerten (GFS) der LAWA (2016, /2/). Überschreitungen der Geringfügigkeitsschwellenwerte (GFS) wurde rot markiert, werden beide GFS überschritten, erfolgt zusätzlich die Darstellung mittels gelber Markierung.

Tabelle 10: Untersuchungsergebnisse der Grundwasseranalysen

		GFS*1	GFS*2	GWM 1/23	GWM 10/23	GWM 11/23	GWM 12/23	GWM 13/23	GWM 16/23	GWM 17/23	GWM 9/23
Parameter	Einheit										
KW-Index	mg/l	100	100	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10
Benzo(a)-pyren	µg/l	0,01	0,01	< 0,01	**0,04**	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Summe PAK (EPA 15)	µg/l	0,2	0,2	< 0,010	**0,32**	**0,40**	**0,27**	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010
Summe Methylnaph.- & Naphthalen	µg/l	2	1	< 0,010	0,02	0,38	0,06	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010
Arsen	µg/l	3,2	10	< 10,0	< 10,0	< 10,0	< 10,0	< 10,0	**170**	< 10,0	< 10,0
Blei	µg/l	1,2	7	< 20,0	< 20,0	< 20,0	**25,0**	< 20,0	< 20,0	< 20,0	< 20,0
Cadmium	µg/l	0,3	0,5	< 1,00	< 1,00	< 1,00	< 1,00	< 1,00	< 1,00	< 1,00	< 1,00
Chrom ges.	µg/l			< 10,0	< 10,0	< 10,0	15,0	< 10,0	< 10,0	< 10,0	< 10,0
Kupfer	µg/l	5,4	14	**10,0**	**12,0**	**10,0**	**29,0**	< 5,00	< 5,00	< 5,00	**7,00**
Nickel	µg/l	7	14	< 10,0	< 10,0	**11,0**	**49,0**	< 10,0	< 10,0	< 10,0	< 10,0
Quecksilber	µg/l	0,1	0,2	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10
Zink	µg/l	60	58	< 5,00	19,0	< 5,00	**65,0**	< 5,00	6,00	< 5,00	< 5,00
Chlorid	mg/l	250	250	85	50	2,7	65	29	1,5	14	25
Sulfat	mg/l	250	250	179	62	**268**	186	73	29	15	160
Nitrat	mg/l			< 1,00	6,27	78,6	3,42	3,22	< 1,00	29,2	< 1,00
Ammonium	mg/l			0,680	0,0500	5,60	0,120	0,0500	1,94	0,110	0,430
AOX	µg/l			24,7	14,9	23,7	26,8	13,3	10,6	10,7	20,4
Temperatur	°C			10,1	11,7	11,1	9,3	11,5	13,6	13,5	12,2
E. Lf	µS/cm			1.208	683	1.483	966	774	639	340	966
Redox	mV			-90	110	10	160	220	-110	210	-10
pH-Wert				6,84	6,63	6,64	7,38	6,91	6,76	6,4	6,7
O2	%			28,4	11,7	3	41,2	89,7	3,3	58	1,2
GW-Stand	m ü.NHN			52,22	53,38	52,45	55,04	52,10	53,39	55,09	52,72
Art der Proben-gewinnung				Pump-probe	Pump-probe	Pump-probe	Schöpf-probe	Pump-probe	Pump-probe	Pump-probe	Pump-probe

*1 = GFS nach LAWA 2016, *2 = GFS nach Berliner Liste 2005
rot & fett markierte Werte überschreiten die GFS der LAWA 2016
gelb hinterlegte Werte überschreiten die GFS nach Berliner Liste

In der Anstrommessstelle GWM 17/23 zeigen die Analysenergebnisse der relevanten organischen und anorganischen Schadstoffparameter keine Befunde bzw. liegen größtenteils unterhalb der Bestimmungsgrenze. Einzig die Nitratkonzentration im Grundwasser mit 29 mg/l ist erhöht (Bezug Grenzwert TrinkwV bzw. Schwellenwert Grundwasserverordnung = 50 mg/l).

In den GWM 10/23, 11/23 (B-Plangebiet) und 12/23 (ehem. Stasi-Krankenhaus) werden Überschreitungen des jeweiligen GFS für PAK(EPA15) (0,2 µg/l) nachgewiesen. Die Konzentration liegen in Bereichen von 0,32 bis max. 0,40 µg/l und somit vergleichsweise geringfügig oberhalb des GFS. Im Vergleich mit dem SSW (sanierungsbedürftiger Schadenswert) für PAK (1 µg/l) nach Berliner Liste erfolgt hingegen eine Unterschreitung der am Standort nachgewiesenen Konzentrationen.

Die GWM 1/23, 9/23, 10/23, 11/23 und 12/23 zeigen Überschreitungen des GFS nach LAWA 2016 für den Parameter Kupfer (GFS = 5,4 µg/l). Die Konzentrationen liegen in Bereichen von 7,0 bis max. 29 µg/l.

Überschreitungen des GFS für den Parameter Blei (1,2 µg/l) konnten einzig in der GWM 12/23 (ehem. Stasi-Krankenhaus) mit 25 µg/l nachgewiesen werden. Zusätzlich wird in der GWM 12/23 der GFS für Zink mit 65 µg/l geringfügig überschritten.

Für den Parameter Arsen wurde einzig in der GWM 17/23 (Bereich am Sandhaus Nr. 19) GFS überschreitende Konzentrationen an Arsen (170 µg/l) analysiert. Hierbei handelt es sich um vergleichsweise hohe Schadstoffkonzentrationen, welche den GFS nach LAWA 2016 um den Faktor ca. 53 überschreiten. Zusätzlich zeigt die GWM erhöhte Ammoniumkonzentrationen von 1,94 mg/l im Grundwasser.

Auffällig sind am Standort zudem die erhöhten bis hohen Sulfatkonzentrationen in den GWM 1/23, 10/23, 11/23, 12/23, 12/23, 13/23 und 9/23 mit Spannweiten von 62 mg/l bis 268 mg/l (GWM 11/23). Überschreitungen des GFS (250 mg/l) nach LAWA 2016 sind jedoch nur in der GWM 11/23 (südl. Abstrombereich) nachgewiesen. Ebenfalls vergleichsweise hoch sind die Nitrat- und Ammoniumkonzentrationen in der GWM 11/23 mit Konzentrationen von 78,6 bzw. 5,60 mg/l. Im Vergleich mit der TrinkwV würden die beiden Grenzwerte (50 mg/l bzw. 0,5 mg/l) überschritten. Die GWM 11/23 liegt unweit der sich im südlichen Bereich angrenzenden landwirtschaftlich genutzten Fläche.

Die weiteren organischen Schadstoffparameter wie MKW, Naphthalin + Methylnaphthaline liegen entweder unterhalb oder gering oberhalb der jeweiligen Bestimmungsgrenzen.

Die dazugehörigen Prüfberichte sind der Anlage 1.6.3 und die Probenahmeprotokolle der Anlage 1.7.1 zu entnehmen.

7 GEFÄHRDUNGSABSCHÄTZUNG

7.1 Allgemein

Der Handlungsbedarf zur Durchführung des Bebauungsplanes 3-95 „Buch – Am Sandhaus“ hängt unter anderem von dem ausgehenden Gefährdungspotential für die Schutzgüter ab:

- Menschliche Gesundheit,
- Boden im Sinne des BBodSchG
- Grundwasser

Das Gefährdungspotential wird im Wesentlichen durch die Eigenschaften der vorhandenen Schadstoffe (Migrationsverhalten, ökotoxische Wirkung, Bioverfügbarkeit u.a.) und deren Ausbreitung bestimmt. Außerdem ist von Bedeutung, wie und in welchem Ausmaß die o.g. Schutzgüter mit den vorhandenen Schadstoffen in Kontakt treten.

Oberstes Schutzgut ist die menschliche Gesundheit/ Für die Gefährdung des Schutzgutes menschliche Gesundheit sind grundsätzlich folgende Transferpfade am Standort zu betrachten:

A) Schadstoff im ungesättigten Boden → Luft → (Staub) → Mensch

B) Schadstoff im ungesättigten Boden → direkter Kontakt → Mensch

C) Schadstoff im ungesättigten Boden → Sickerwasser → Grundwasser

7.2 Schadstoffeigenschaften

Bei der Abschätzung einer von den Bodenverunreinigungen ausgehenden Gefährdung werden die sensorischen, physikalisch-chemischen und toxischen Eigenschaften der relevanten Schadstoffe zugrunde gelegt.

Im Folgenden werden nur die Eigenschaften der Schadstoffe näher erläutert, zu denen im Zuge der Orientierenden Bodenuntersuchung auf dem Gelände Befunde festgestellt wurden, d.h. für die Stoffgruppen PAK, Schwermetalle und PCB_6. (Quelle: GESTIS-Stoffdatenbank: www/dguv/de/ifa/stoffdatenbank)

7.2.1 Polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK)

Teerprodukte enthalten hohe Konzentrationen an PAK, von denen Gesundheitsrisiken ausgehen können. PAK ist die Sammelbezeichnung für eine chemische Stoffklasse von mehreren hundert Einzelverbindungen von kondensierten, aromatischen Kohlenwasserstoffen. Der bekannteste gesundheitlich relevante Vertreter der PAK ist Benzo[a]pyren (BaP), der als kanzerogen eingestuft ist. Diese Verbindung wird als Leitsubstanz bei der analytischen Erfassung und der toxikologischen Beurteilung von PAK-Belastungen herangezogen.

Die PAK sind schwer abbaubar und ihr Bioakkumulationspotential wird als hoch angegeben. Sie können eingeatmet (inhalativ), verschluckt (oral) und durch Hautkontakt (percutan resorbtiv) aufgenommen werden. Lösungsmittel, wie Benzol, Toluol, Xylole oder Phenole können

die Hautresorption erleichtern. Ein geringer Dampfdruck und eine sehr geringe Wasserlöslichkeit führen dazu, dass die Verteilung hauptsächlich über Stäube erfolgt.

7.2.2 Halb- und Schwermetalle

Arsen

Arsen gehört zu den Halbmetallen, ist schwer entzündbar und praktisch wasserunlöslich. Der Stoff ist gewässergefährdend und kann akute und chronische Gesundheitsschädigungen auslösen. Es gibt drei Modifikationen von Arsen: graues/metallisches Arsen (beständigste Form), gelbes Arsen (wenig beständig) und schwarzes Arsen.

Arsen wird hauptsächlich auf inhalativen Wege aufgenommen. Zur Aufnahme über die Haut liegen nur geringe Erkenntnisse vor.

Gelbes Arsen wird aufgrund seines reduzierenden Charakters als hochtoxisch angesehen. Eine Langzeitwirkung ist vor allem für das stabile graue Arsen von Bedeutung. Es kann potenziell Lungentumore beim Menschen entwickeln, sowie Schädigungen der Augen und bei Tieren der Schleimhäute bei einem längeren Kontakt verursacht worden. Schädigungen der Gefäße, Entzündungen und Ulceration des Magen-Darm-Traktes und Schädigungen der Niere wurden des Weiteren bei Tieren beobachtet. Die typische Arsen-Vergiftung zeichnet sich durch Kapillarlähmungen und in dessen Folge schwere Störungen des Gastrointestinaltraktes, des Elektrolytgleichgewicht und des Wasserhaushaltes aus. Dies verursacht schwere Herz-Kreislauf-Reaktionen, nervalen Störungen und Organschäden. In Tierversuchen wurde für anorganische Arsen-Verbindungen eine entwicklungsschädigende Wirkung nachgewiesen.

Quecksilber

Quecksilber (Hg) ist ein bei Zimmertemperatur flüssiges Metall mit silbrigem Glanz. Quecksilber verdunstet bereits bei Raumtemperatur und bildet giftige Dämpfe. Besonders toxisch sind organische Verbindungen des Quecksilbers, zum Beispiel Methylquecksilber.

Bei ersten Symptomen einer akuten Quecksilber-Vergiftung (Kopfschmerzen, Übelkeit, Schwindel, trockener Mund-Rachen-Raum) muss sofort ein Arzt aufgesucht oder eine Giftnotrufstelle kontaktiert werden, da die Schäden meist irreparabel sind, wenn nicht sofort Gegenmaßnahmen ergriffen werden.

Wesentlich häufiger sind chronische Vergiftungen durch geringe Dosen Quecksilber, das über die Nahrung aufgenommen wird (Minamata-Krankheit). Wird Quecksilber in einem geschlossenen Raum verschüttet, so kann es versickern und noch über lange Zeit giftige Dämpfe bilden.

Blei

Blei (Pb), ein weiches, bei 327° C schmelzendes Metall, wird durch Verhüttung von Erzen, insbesondere Bleiglanz, z. T. von Weiß- oder Vitriolbleierz, gewonnen. In Staub- oder Dampfform oxydiert es in Luft zu kolloidalem Bleioxyd (PbO); sog. Bleirauch besteht aus Bleioxydteilchen.

Lt. Gestis Stoffdatenbank /3/ werden „anorganische Bleiverbindungen … am Arbeitsplatz hauptsächlich über den Atemtrakt aufgenommen“, in Staub-, Rauch- oder Dampfform. Aufnahme über den Magen-Darm-Trakt ist ebenfalls möglich, jedoch in der Regel weniger gefährdend. Bleialkyle werden leicht durch die Haut resorbiert.

Chrom gesamt / Chrom (IV)

Chrom ist ein silberglänzendes, sehr hartes und widerstandsfähiges Metall, das in der Natur nur in Verbindungen vorkommt. Da Chrom-VI-Verbindungen im Gegensatz zu Chrom-III-Verbindungen gut wasserlöslich sind, besitzen Chrom-(VI)-Verbindungen ein hohes Gefährdungspotential für Gewässerschäden.

Metallisches Chrom und Chrom(III)-Verbindungen sind gewöhnlich nicht gesundheitsschädigend. Oral aufgenommene Chrom(VI)-Verbindungen sind im Gegensatz dazu als äußerst giftig einzustufen. Die letale Dosis entspricht einem halben Teelöffel. Chrom(VI)-Verbindungen sind seit langem als krebserregend bekannt. Die meisten Chrom(VI)-Verbindungen verursachen Irritationen an Augen, Haut und Schleimhäuten. Chronischer Kontakt mit Chrom(VI)-Verbindungen kann bei unterlassener Behandlung zu bleibenden Augenschäden führen.

Cadmium

Cadmium wird bei der Kohle- und Erdölverbrennung und in der Eisen- und Stahlindustrie freigesetzt. Das weiche, silbrig glänzende Metall findet in zahlreichen Industrieprodukten Anwendung (z.B. Korosionschutzfarbe, Akkumulatoren, Farbpigmente, Legierungen, Halbleiter). Cadmium ist in der Umwelt ubiquitär. Es wird allerdings als eines der toxischten Metalle betrachtet.

Cadmium wird vom Menschen hauptsächlich durch die Nahrung aufgenommen. Es reichert sich im Körper in Leber und Niere an und führt u einer Schädigung der Organe. Es kann eine schwer erkennbare chronische Vergiftung hervorrufen. Eine Schädigung der Knochen durch Calciummobilisation ist auch möglich.

Eine kanzerogene Wirkung beim Menschen wurde nachgewiesen.

Kupfer

Kupfer ist in pulverisierter Form leicht entzündlich, gewässergefährdend und sehr giftig für Wasserorganismen mit langfristiger Wirkung. In kompakter Form ist Kupfer nicht brennbar und unlöslich in Wasser.

Hauptaufnahmewege sind die orale Aufnahme über Nahrungsmittel und das Trinkwasser, sowie bei Arbeiten mit Kupfer über den Atemtrakt als Aerosol aus festen Partikeln. Die Aufnahme von Kupfer-Aerosolen kann zum sogenannten „Metalldampf-Fieber“ zur Reizung der Atemwege und zu akuten Augenschädigungen führen. Die orale Aufnahme von Kupfer kann zudem zu gastrointestinalen Störungen wie Erbrechen, Abmagerung und Bauchschmerzen führen.

Kupfer kann über die Haut bei Kontakt mit vorgeschädigten Hautarealen in toxikologisch relevanten Mengen resorbiert werden.

Nickel

Nickel ist der häufigste Auslöser für Kontaktallergien (Nickeldermatitis): in Deutschland sind schätzungsweise 1,9 bis 4,5 Millionen Menschen gegen Nickel sensibilisiert.

Akut wirkt Nickel reizend auf Schleimhäute und Haut und weist ein sensibilisierendes Potential auf. Chronisch führt Nickelexposition zu Hautschäden und Atemfunktionsstörungen nach Sensibilisierung, mit kanzerogenem Potential.

Das Einatmen anorganischer Nickelverbindungen ist mit einem erhöhten Krebsrisiko für Plattenepithelkarzinome der Lunge und der oberen Luftwege verbunden. Derartige bösartige Neubildungen werden in Deutschland bei berufsbedingter Exposition als Berufskrankheiten anerkannt (BK 4109). Außerdem ist ein erhöhter Nickelgehalt in der Atemluft ein Risikofaktor für eine Sensibilisierung gegen Nickel bei Kindern.

Nickel wurden allgemein der Gruppe der stark gefährdenden krebserzeugenden Arbeitsstoffe zugeordnet. Für Aerosole aus löslichen Nickelsalzen gilt: Eine kanzerogene Wirkung beim Menschen wurde nachgewiesen.

Zink

Zink (Zn) wird zu den Übergangsmetallen gezählt. Es ist für viele Lebewesen essenziell und kommt der Erdkruste relativ häufig vor. Zink ist im Boden mobil, die Wasserlöslichkeit nimmt bei pH-Werten < 6 zu. Zink ist vorrangig phytotoxisch und daher für Menschen und Tiere deutlich weniger toxisch als andere Halb- und Schwermetalle bzw. erst bei hoher Dosierung (u.a. Stoffwechselprobleme). Lt. Gestis Stoffdatenbank /3/ besteht für Zink die Einstufung in die Wassergefährdungsklasse II (deutlich wassergefährdend).

7.2.3 Polychlorierte Biphenyle (PCB)

Polychlorierte Biphenyle (PCBs) sind eine Substanzklasse von 209 isomeren und homologen Verbindungen. Technisch hergestellte PCBs bestehen stets aus einer Mischung von verschiedenen Isomeren.

Nach dem 2. Weltkrieg wurden PCBs auf Grund ihrer relativ geringen akuten Toxizität und ihrer guten Materialeigenschaften (schwere Entflammbarkeit, gute elektrische Isolierfähigkeit, weichmachende Eigenschaften für Kunststoffe, geringer Dampfdruck) auf breiter Basis eingesetzt. Anwendungsbereiche waren Isolier- und Hydrauliköle, Dielektrika in Leistungskondensatoren, Kühlflüssigkeit in Leistungstransformatoren, Weichmacher in Kunststoffen, Dichtungsmassen und Farben, Trägersubstanz für Pestizidzubereitungen und andere.

In den 60-iger Jahren wurde eine Anreicherung (Persistenz) von PCB in der Umwelt festgestellt. Gleichzeitig wurde erkannt, dass von PCBs deutliche biologische Wirkungen ausgehen (Verminderung der Schalendicke von Vogeleiern, hormonartige Wirkungen, krebserzeugendes Potential). Des Weiteren wurden PCBs als eine wichtige Quelle für polychlorierte Dibenzodioxine und Dibenzofurane (PCDD/PCDF) erkannt. Bei thermischer und oxidativer Belastung entstehen

in PCB-Gemischen durch Ringschluss PCDD und PCDF.
(Quelle: http://www.bundesabfallwirtschaftsplan.at/article/archive/12541).

1976 wurde die offene Verwendung von PCBs durch eine EU-Richtlinie und nationalstaatliche Verwendungsbeschränkungen stark eingeschränkt. Seit 1989 ist in Deutschland das Inverkehrbringen von PCB-haltigen Produkten verboten.

7.2.4 Sonstige Schadstoffe

Sulfat

In der Hydrosphäre existiert Schwefel vor allem in gelösten Formen als Sulfat (SO_4^{2-}), Sulfid (S_2) und Hydrogensulfid (H_2S). In der Atmosphäre hauptsächlich als SO_2 (Schwefeldioxid) und in der Biosphäre in einer Vielzahl von Verbindungen und Oxidationsstufen (von + VI bis -II). Es fungiert zum einen als Elektronenakzeptor und zum anderen als Elektronendonator. Die wichtigsten Schwefelquellen resultieren zum einen aus fossilen Brennstoffen (anthropogen) und zum anderen aus der Freisetzung von SO2 (vulkanische Eruptionen) und Sulfaten aus Mineralen (vor allem Gips). Ein wichtiger Prozess im Schwefelkreislauf ist die anaerobe Sulfatatmung Schwefel reduzierender Bakterien, denen das Sulfat bei der anorganischen Veratmung organischer Substrate dient. Pflanzen und die meisten anderen Mikroorganismen nehmen Schwefel in Form von Sulfat auf und reduzieren es assimilatorisch zu Sulfid, welches dann in Proteine eingebaut wird. In Folge des mikrobiellen Abbaus wird der Schwefel im Prozess der Desulfuration als Schwefelwasserstoff (H_2S) wieder abgespalten, welcher dann wieder durch Bakterien zu Sulfat oxidiert werden kann (/22/).

Die flächenhafte Verbringung von Bau- und Trümmerschutt aus dem zweiten Weltkrieg wird als Hauptverursacher für die hohen Sulfatkonzentrationen im Berliner Grundwasser angesehen. Der im Bau- und Trümmerschutt enthaltene Gips (CaSO4) wird hierbei bei Kontakt mit Wasser sukzessiv gelöst. Ehemalige Rieselfelder stellen eine weitere nicht zu vernachlässigende Sulfat-Eintragsquelle. In Folge der Stilllegung der Rieselfeldstandorte, bis spätestens Ende der 80 Jahre des 20. Jahrhunderts, kam es zum Trockenfall und zur anschließender Oxidation von organikreichen Sedimenten (Organogene Sedimente). Weitere mögliche Sulfat-Eintragsquellen können auch auf Industriealtlasten, häusliche Abwässer, Sauren Regen und die Infiltration von sulfathaltigem Oberflächenwasser zurückzuführen sein (/21/).

Sulfat ist aufgrund seiner hohen Wasserlöslichkeit gut aus Abfallstoffen eluierbar.

Die TrinkWV gibt für Sulfat einen Grenzwert von 250 mg/l vor.

Bei hohen Sulfatgehalten im Grundwasser ist zwar keine akute toxische Wirkung zu besorgen, jedoch findet bei relevanten Einträgen von Sulfaten ins Grundwasser aufgrund von Sulfatreduktionsprozessen eine Änderung des physikochemischen Milieus statt (Anaerobisierung). Die Desulfurikation führt außerdem zur pH-Wertanhebung. Der bei der Sulfatreduktion entstehende Schwefelwasserstoff ist giftig, wird aber in natürlichen Milieus durch die Bildung von Metallsulfiden gebunden. Diese Sulfidbildung führt zur Schwarzfärbung des Sedimentes. Die unerwünschte Veränderung der Grundwasserbeschaffenheit schränkt die Nutzungsmöglichkeiten des Grundwassers, z.B. als Trinkwasser, ein.

Sulfat ist ein relevanter Elektronenakzeptor bei der anaeroben Atmung (Sulfat-Atmung), wenn Sauerstoff und Nitrat verbraucht sind. Die Abnahme von Sulfat in hoch kontaminierten Bereichen gilt als qualitativer Hinweis auf NA-Prozesse (Sulfat-Atmung).

7.3 Gefährdungsanalyse

7.3.1 Istzustand

Pfad Boden – Mensch

Die Bewertung der Oberbodenmischproben erfolgt gemäß BBodSchG / BBodSchV /1/ und bezieht sich auf das Schutzgut menschliche Gesundheit über den Direktpfad Boden – Mensch. In Anlehnung an eine aktuelle und zukünftige Nutzung sind die oberflächennahen Bodenschichten von 0,0 bis 0,30 m u. GOK für Kinderspielflächen und Wohngebiete relevant.

Die untersuchten Teilflächen (TF) sind mit Ausnahme der Teilfläche TF 1 (Waldkita) und Teilbereiche der TF 10 (Gärten) aktuell nicht in Nutzung. Für den Bereich TF 1 (Waldkita) liegen Überschreitungen der Prüfwerte (**Kinderspielflächen**) für **Benzo(a)pyren** (Leitparameter **PAK**), und **PCB** bis 0,30 m Tiefe vor. Die auf der TF 1 analysierten Chrom($_{gesamt}$)-Gehalte von 577 mg/kg (0,1 – 0,3 m) überschreiten ebenfalls den Prüfwert. Bei Überschreitung ist jedoch gemäß /1/ der Anteil an Chrom$_{VI}$ (30,1 mg/kg) zu messen und anhand der Prüfwerte für Chrom$_{VI}$ (130 mg/kg) zu bewerten. Dieser wird in diesem Fall deutlich unterschritten.

Weiterhin werden Überschreitungen für **Benzo(a)pyren** auf den Teilflächen TF 2 (0,1-0,3 m), TF 4 (0-0,3 m) und TF 11 (0-0,1 m) nachgewiesen. Die höchsten Schadstoffgehalte an **Benzo(a)pyren** mit ca. 4,5 mg/kg (PAK = 43,6 mg/kg) wurden auf der TF 11 (0-0,1 m) südl. des B-Plangebietes nachgewiesen. Auf der TF 11 zeigt sich jedoch auch eine starke Abnahme an der Benzo(a)pyrenkonzentration mit zunehmender Tiefe bis 0,3 m u. GOK von 4,5 auf ca. 0,31 mg/kg.

Auf den Teilflächen TF 2, TF 4 und TF 11 können trotz der nachgewiesenen Schadstoff-konzentrationen an Benzo(a)pyren Gefährdungen der Gesundheit des Menschen über die orale, inhalative und dermale Aufnahme von Böden, Schadstoffpartikeln und Gasen aufgrund des relativ starken Bewuchses, der überwiegenden Nichtnutzung der Flächen und der stellenweisen dichten Lagerung der Auffüllung als gering eingestuft werden, sofern keine Eingriffe in den Boden erfolgen. Der Wirkungspfad über die luftgetragene Verbreitung von Schadstoffen ist auf Grund des starken Bewuchses/Vegetation nicht relevant. Die Bewertung bezieht sich auf die aktuelle Standortsituation. Bei Tiefbauarbeiten mit Bodeneingriffen sind auf Grund der nachgewiesenen Schadstoffkonzentrationen Arbeitsschutzmaßnahmen gemäß DGUV-R 101-004 durchzuführen.

Auf der Teilfläche 1 (Waldkita) liegt hingegen aktuell eine Gefährdung vor (**Defizit 2, Eingrenzung Belastungsteilräume). In diesem Bereich kann nicht ausgeschlossen werden, dass Kinder Bodeneingriffe vornehmen und diesbezüglich ein Direktkontakt mit dem schadstoffbelasteten oberflächennahen Boden erfolgt**.

Pfad Boden – Nutzpflanze

Generell ist festzuhalten, dass der Wirkungspfad Boden – Nutzpflanze – Mensch auf keiner der untersuchten Flächen relevant ist, da Nutzpflanzen dort nicht existieren und ein Anbau von Nutzpflanzen auch zukünftig nicht vorgesehen ist. Eine Gefahr für die menschliche Gesundheit über diesen Wirkungspfad ist somit nicht zu besorgen.

Pfad Boden – Grundwasser

Für die Beurteilung des Pfades Boden Grundwasser ist zu berücksichtigen, dass am Standort größtenteils ein geringer Flurabstand (im südlichen Bereich des B-Plangebietes < 5 m u. GOK) für den oberflächennahen Grundwasserleiter (Panketalgrundwasserleiter) im B-Plangebiet besteht. Einzig im westl. Bereich (ehem. Stasi-Krankenhaus) beträgt der GW-Flurabstand > 5 m u. GOK.

Generell erfolgt gem. BBodSchG bzw. BBodSchV die Beurteilung des Wirkungspfades Boden – Grundwasser anhand der Schadstoffkonzentrationen im Sickerwasser am „Ort der Beurteilung", d. h. im Sickerwasser im Übergangsbereich von der ungesättigten zur gesättigten Bodenzone. Ergänzend wurden die Feststoffgehalte gemäß der Berliner Liste (Tabelle 2) in die Beurteilung des Gefährdungspotentials einbezogen.

Die Bewertung nach BBodSchV in Anlehnung für die Vorsorgewerte der jeweiligen Bodenart zeigt eine flächenhafte Überschreitung für die Halb- und Schwermetalle sowie PAK im gesamten B-Plangebiet. Die nachgewiesen Überschreitungen der Vorsorgewerte beschränken sich, jedoch hauptsächlich auf die Auffüllungsbereiche. Die in der Auffüllung nachgewiesenen Schadstoffgehalte an PAK sowie an Halb- und Schwermetallen zeigen größtenteils mit zunehmender Tiefe eine deutliche Reduzierung der Schadstoffkonzentration.

Die höchsten PAK-Gehalte wurden sich im Gebiet (Am Sandhaus 19) mit bis zu 106 mg/kg (Probe P1-KRB17A, bis 0,28 m u. GOK) vorgefunden. Auf der Altlastenverdachtsfläche ALVF 1449 (KRB 42A und 44A) und im südlichen Bereich der ALVF 9041 (KRB 22A) wurden PAK-Gehalte von 13,6 bis max. 33,2 mg/kg (KRB 44A) bis max. 0,55 m Tiefe nachgewiesen.

Für die Schwermetalle erfolgen die Überschreitungen der Vorsorgewerte größtenteils für die Parameter Blei, Kupfer, Quecksilber und Nickel. Bereichsweise gibt es zudem Schadstoffbelastungen mit Arsen, Cadmium, Chrom und Nickel.

Im Bereich des ehem. Krankenhauses der Staatssicherheit liegen die Belastungshorizonte (Halb- und Schwermetalle) größtenteils bis ca. 0,5 m u. GOK (max. bis ca. 1 m u. GOK). Mit zunehmender Tiefe ist auch hier eine deutliche Abnahme der Konzentrationen sowie eine Unterschreitung der Vorsorgewerte nach der BBodSchV festzustellen.

Die beiden südlich des B-Plangebietes untersuchten Proben aus der KRB45A und KRB 46A (landwirtschaftlich genutzte Fläche) zeigen ebenfalls bis ca. 0,4 m u. GOK Überschreitungen der Vorsorgewerte nach BBodSchV für PAK sowie für einige Halb- und Schwermetalle (u.a. Blei, Cadmium, Kupfer, Quecksilber). Auch hier ist eine deutliche Abnahme der Schadstoffkonzentrationen mit zunehmender Tiefe, meist unterhalb des jeweiligen Vorsorgewertes, festzustellen.

Die untersuchten Bodenproben auf PCB zeigte mit Ausnahme der Probe P1-KRB45A (PCB = 0,051 mg/kg) keine PCB-Befunde oberhalb der Bestimmungsgrenze.

Die Grundwasseranalysen zeigen für die GWM 10/23, 11/23 (B-Plangebiet) und 12/23 (ehem. Stasi-Krankenhaus) Überschreitungen des jeweiligen GFS für PAK(EPA15) (0,2 µg/l). Die Konzentration liegen in Bereichen von 0,32 bis max. 0,40 µg/l und somit vergleichsweise

geringfügig oberhalb des GFS. Im Vergleich mit dem SSW (sanierungsbedürftiger Schadenswert) für PAK (1 µg/l) nach Berliner Liste erfolgt hingegen eine Unterschreitung der am Standort nachgewiesenen Konzentrationen. Einschränkend ist bei der GWM 12/23 zu erwähnen, dass anhand der geringen Ergiebigkeit der GWM 12/23 nur eine Schöpfprobe statt einer Pumpwasserprobe entnommen werden konnte. Daher sind die Ergebnisse aus der GWM 12/23 von ihrer Aussagefähigkeit differenziert zu betrachten.

Die GWM 1/23, 9/23, 10/23, 11/23 und 12/23 zeigen zudem Überschreitungen des GFS nach LAWA 2016 für den Parameter Kupfer (GFS = 5,4 µg/l). Die Konzentrationen liegen in Bereichen von 7,0 bis max. 29 µg/l. Überschreitungen des GFS für den Parameter Blei (1,2 µg/l) konnten einzig in der GWM 12/23 (ehem. Stasi-Krankenhaus) mit 25 µg/l nachgewiesen werden. Zusätzlich wird in der GWM 12/23 der GFS für Zink mit 65 µg/l geringfügig überschritten.

Für den Parameter Arsen wurden in der GWM 17/23 (Bereich am Sandhaus Nr. 19) GFS überschreitende Konzentrationen an Arsen (170 µg/l) analysiert. Hierbei handelt es sich um vergleichsweise hohe Schadstoffkonzentrationen, welche den GFS nach LAWA 2016 um den Faktor ca. 53 überschreiten. Zusätzlich zeigt die GWM erhöhte Ammoniumkonzentrationen von 1,94 mg/l im Grundwasser.

Auffällig am Standort sind zudem die vergleichsweise hohen Sulfatkonzentrationen in den GWM 1/23, 10/23, 11/23, 12/23, 12/23, 13/23 und 9/23 mit Spannweiten von 62 mg/l bis 268 mg/l (GWM 11/23). Überschreitungen des GFS (250 mg/l) nach LAWA 2016 sind jedoch nur in der GWM 11/23 (südl. Abstrombereich) nachgewiesen.

Zusammenfassend kann davon ausgegangen werden, dass eine Gefährdung des Schutzgutes Grundwasser für den Wirkungspfad Boden → Grundwasser nach derzeitigem Kenntnisstand nicht vollständig für den oberen Grundwasserleiter (Panketalgrundwasserleiter) ausgeschlossen werden kann. Die untersuchten Bodenproben zeigen zwar eine deutliche Reduzierung der Schadstoffgehalte mit zunehmender Tiefe, dennoch konnten im Grundwasser Schadstoffbelastungen an PAK, Schwermetalle und Sulfate festgestellt werden, auch wenn diese größtenteils den jeweiligen GFS nach LAWA 2016 nur geringfügig überschreiten.

Ein Zusammenhang mit der ehem. Rieselfeldnutzung (südl. der Straße am Sandhaus) ist nicht eindeutig belegbar. Die GWM 10/23 (Abstrom) zeigt beispielsweise vom Profil oberhalb des GW-Anschnitts eine Überdeckung von bindigem Geschiebemergel mit Mächtigkeiten von > 2,5 m. Hingegen zeigt die GWM 11/23 vergleichsweise gering mächtige Geschiebemergelhorizonte (< 0,2 m). Gerade Schwermetalle adsorbieren bevorzugt an bindiger Bodenmatrix (negativ geladene Oberflächen), sind aber grundsätzlich biologisch nicht abbaubar. Eine erhöhte Mobilisierung/Löslichkeit der Schwermetalle erfolgt erst bei pH-Werten im sauren Bereich. Diesbezüglich liegen am Standort keine Anhaltspunkte vor. Für den ehem. Rieselfeldeinfluss könnten hingegen die nachgewiesen Sulfatkonzentrationen von max. 268 mg/l (GWM 11/23) sprechen. Der Bereich des ehem. Stasi-Krankenhauses ist hingegen von der ehem. Rieselfeldnutzung auszunehmen (GWM 12/23 und 13/23). Hier sind die Schwermetallkonzentrationen und Sulfatkonzentrationen (ggf. Bauschuttanteile im Untergrund) vermutlich auffüllungsbedingt.

Die in der GWM 16/23 (Am Sandhaus 19) nachgewiesene Arsenbelastung (170 µg/l) lässt hingegen aktuell keine Rückschlüsse auf die Schadensquelle zu. Die untersuchten Analysen aus den Bohrungen KRB 17, 18 und 19 zeigen vergleichsweise geringe Arsengehalte von max. 2,4 mg/kg im Feststoff (Defizit 2, Eingrenzung Belastungsteilräume).

7.3.2 Zukünftiger Zustand

Pfad Boden - Mensch

Aus gutachterlicher Sicht ist zwingend die Teilfläche 1 (Waldkita) nochmals zu untersuchen. Diesbezüglich sollte die Fläche kleinräumiger unterteilt werden, nochmals der Oberboden nach BBodSchV untersucht und zusätzlich Kleinrammbohrungen bis max. 3 m Tiefe u. GOK (ca. GW-Anschnitt) ausgeführt werden, um die Schadstoffbelastungen eingrenzen zu können.

Eine Gefährdung der Gesundheit des Menschen über die orale, inhalative und dermale Aufnahme von Böden, Schadstoffpartikeln und Gasen ist im Zuge der Umsetzung des B-Planverfahrens mit einer höherwertigen Nutzung als Spielplatz, Kita, Sportplatz und öffentliche Grünanlage vrsl. nicht zu erwarten, sofern der schadstoffbelastete Auffüllungskörper im B-Plangebiet größtenteils 0,3 – 0,5 m u. GOK ausgehoben/ausgetauscht wird. Die schadstoffbelastete Auffüllung ist anschließend durch unbelastetes Material zu ersetzen.

Im Bereich des ehem. Krankenhauses der Staatssicherheit liegen die Belastungshorizonte (Halb- und Schwermetalle) größtenteils bis ca. 0,5 m u. GOK (max. bis ca. 1 m u. GOK). Mit zunehmender Tiefe ist eine deutliche Abnahme der Konzentrationen sowie eine Unterschreitung der Vorsorgewerte nach der BBodSchV festzustellen. Außerhalb der zu sanierenden Bestandsgebäude ist in Rahmen der aktuell geplanten Bebauung ohnehin von einem Bodenaustausch/Bodenabtrag des Auffüllungskörper auszugehen.

Die nach BBodSchV untersuchten Teilflächen 2, 4 und 11 mit den Überschreitungen der Prüfwerte nach BBodSchV für Benzo(a)pyren von 0,78 mg/kg (TF 4) bis max. 4,5 mg/kg (TF 11) sollten noch einmal auf kleineren Teilflächen nach BBodSchV untersucht werden, um die potenziellen Belastungsbereiche entsprechend kleinräumiger einzugrenzen.

Pfad Boden - Grundwasser

Zum Schutz des Grundwassers *dürfen* im *Bereich von Versickerungsanlagen in der Sickerstrecke bis zum Grundwasser keine Bodenbelastungen vorliegen.*

Nach Abtrag bzw. Bodenaushub des Auffüllungskörper sollte die am Standort geplante Regenwasserentwässerung größtenteils realisierbar sein.

Aus gutachterlicher Sicht sollte zudem eine Detailuntersuchung des Wirkungspfades Boden-Mensch im Bereich Am Sandhaus 19“ (Arsenbelastung im Grundwasser) erfolgen. Anhand der aktuellen Datengrundlage können keine Rückschlüsse auf die Ursache/Schadensquelle der vorliegenden Grundwasserbelastung (Arsen = 170 µg/l) gezogen werden.

In den weiteren untersuchten Grundwassermessstellen GWM 1/23, GWM 10/23, GWM 11/23 und GWM 9/23 aus dem Jahr 2023 wurden zwar tlw. PAK-, Schwermetall- und/oder

Sulfatkonzentration oberhalb des jeweiligen GFS nach LAWA 2016 nachgewiesen, die Überschreitungen erfolgen jedoch in geringen bis sehr geringen Spannweiten.

Ausnahme bilden die GFS-Überschreitungen nach LAWA 2016 an Blei (25 µg/l), Kupfer (29 µg/) und Nickel (49 µg/l) in der GWM 12/23 (ehem. Stasi-Krankenhaus). Diese überschreiten den jeweiligen GFS nach LAWA 2016 um die Faktoren ca. 20 (Blei), 5 (Kupfer) und 7 (Nickel). Einschränkend ist zu erwähnen, dass anhand der geringen Ergiebigkeit der Grundwassermessstelle nur eine Schöpfprobe statt einer Pumpwasserprobe entnommen werden konnte. Daher sind die Ergebnisse aus der GWM 12/23 von ihrer Aussagefähigkeit differenziert zu betrachten.

Hinweise zu den PAK-Konzentrationen im Grundwasser

Die PAK-Verbindungen sind im Grundwasser gering bis sehr gering wasserlöslich. Das Verhalten im Grundwasser bzw. die Mobilität der PAK im Grundwasser ist vor allem von der chemischen Struktur abhängig (Anzahl und Geometrie der Cycloalkane bzw. Ringe). Mit steigender Ringzahl verringert sich die Mobilität, dementsprechend erhöht sich die Adsorptionsneigung an Bodenpartikeln. Die größte Mobilität der PAK-Verbindungen im Grundwasser weist Naphthalin auf. In der analysierten Grundwasserprobe der GWM 11/23 (südl. Abstrom) ist Naphthalin (bicyclischer aromatischer Kohlenwasserstoff, 2er-Ring) mit Anteilen von ca. 95% der Hauptschadstoffparameter der PAK-Verbindungen. In der GWM 12/23 (ehem. Stasi-Krankenhaus) liegen hauptanteilig Phenanthren (tricyclischer aromatischer Kohlenwasserstoff, 3er-Ring) ca. 48% und Naphthalin mit ca. 22% als PAK-Verbindungen vor. Die GWM 10/23 zeigt hingegen vorrangig 4-Ring-Verbindungen (Fluoranthen, Pyren, Chrysen), aber auch einen Anteil von ca. 12,5% an Benzo(a)pyren (5-Ring-Verbindung, pentacyclisch).

Die Abbaubarkeit an PAK-Verbindungen im Grundwasser ist unter aeroben Bedingungen (Anwesenheit von gelöstem Sauerstoff), aber auch unter anaeroben Bedingungen möglich und nimmt mit steigender Ringzahl deutlich ab. Die Zufuhr von Elektronenakzeptoren (u.a. Sauerstoff, Sulfat) kann den Abbau der PAK-Verbindungen zudem verstärken bzw. beschleunigen (/13/).

Hinweise zur Sulfatkonzentrationen im Grundwasser:

Sulfat ist ein relevanter Elektronenakzeptor bei der anaeroben Atmung (Sulfat-Atmung), wenn Sauerstoff und Nitrat verbraucht sind /13/. Die Abnahme von Sulfatkonzentrationen in kontaminierten Bereichen gilt als qualitativer Hinweis auf NA-Prozesse (Sulfat-Atmung, natürlicher Abbau). Im Vergleich bzw. zur Orientierung mit dem Land Brandenburg zeigen Siedlungsgebiete (/23/) Sulfat-Konzentrationen im unbedeckten, unbeeinflussten und oberflächennahen (< 5 m) Grundwasserleiter i.d.R. um 85 mg/l - 170 mg/l im Grundwasser (<= 75 %) /23/.

Für die GWM 1/23 (179 mg/l) und 11/23 (268 mg/l) kann auf Grund deren Lage ein ehem. Rieselfeldeinfluss nicht ausgeschlossen werden. Im Bereich der GWM 9/23 (ehem. Sportplatz, 160 mg/l) und der GWM 12/23 (ehem. Stasi-Krankenhaus, 186 mg/l) kann hingegen auf Grund deren Lage ein ehem. Rieselfeldeinfluss anhand der bekannten Altdaten ausgeschlossen werden. Im Bereich des ehem. Stasi-Krankenhaus liegt die Vermutung nahe, dass die Sulfatkonzentrationen aus der Auffüllung, speziell aus Bauschutt durch Lösungsprozesse

resultieren. Für den Standort ehem. Sportplatz (GWM 9/23) liegen bereichsweise Information über organogene Sedimente/Bodenschichten vor. Durch GW-Schwankungen können mit anschließender Oxidation von organikreichen Sedimente erhöhte Sulfatkonzentrationen generiert werden. Auch Einflüsse des Auffüllungskörper (tlw. Bauschuttreste) können nicht ausgeschlossen werden.

Hinweise zu den Halb- und Schwermetall-Konzentrationen im Grundwasser

Bodenverunreinigungen mit Halb- und Schwermetallen führen vergleichsweise selten zu Grundwasserverunreinigungen größeren Umfangs, da diese Stoffe häufig geringe Löslichkeit besitzen und i. d. R. eine hohe Neigung zur Adsorption an Bodenpartikel aufweisen /13/. Eine erhöhte Mobilisierung/Löslichkeit der Schwermetalle erfolgt erst bei pH-Werten im sauren Bereich. Diesbezüglich liegen am Standort keine Anhaltspunkte vor. Schwermetalle sind grundsätzlich biologisch nicht abbaubar.

8 HANDLUNGSEMPFEHLUNGEN

Aufgrund der aktuellen Untersuchungsergebnisse sind weiterführende Maßnahmen in Form einer Detailerkundung zur Eingrenzung der Belastungssituation aus gutachterlicher Sicht in den Bereichen Waldkita und „Am Sandhaus 19“ (Arsenbelastung) erforderlich. Ein akuter Handlungsbedarf besteht aktuell nur für den Bereich Waldkita. Diesbezüglich sollte die Untersuchungsfläche kleinräumiger unterteilt werden, nochmals der Oberboden nach BBodSchV untersucht und zusätzlich Kleinrammbohrungen bis max. 3 m Tiefe u. GOK (ca. GW-Anschnitt) ausgeführt werden, um die Schadstoffbelastungen eingrenzen zu können. Die Analytik hat auf PAK und Schwermetalle zu erfolgen.

Weiterhin sinnvoll erscheinen weitere Untersuchungen im Bereich Am Sandhaus 19“ (Arsenbelastung). Hier können anhand der aktuellen Datengrundlage keine Rückschlüsse auf die Ursache der vorliegende Grundwasserbelastung erfolgen. Eine erneute Beprobung des Grundwassers (GWM 16/23) sowie weitere Bohrsondierungen (bis max. 4 m) im Umfeld sollten zur Eingrenzung erfolgen. Hingegen ist der Wirkungspfad Boden-Mensch auf Grund der großflächigen Versiegelung am Standort aktuell nicht relevant.

Auf Basis einer orientierenden Untersuchung wurde die Teilfläche 11 zur Entnahme von Oberbodenmischproben nach der BBodSchV zunächst auf einer verhältnismäßig großen Fläche untersucht. Anhand der Analytikergebnisse für den Bereich von 0-0,1 m u. GOK zeigen sich Benzo(a)pyren-Gehalte von ca. 4,5 mg/kg. Zur besseren Eingrenzung, auch im Hinblick auf einer potenziell geplanten Versickerung von Niederschlagswässern in diesem Bereich, sollten kleinere Teilflächen ausgewiesen und erneut nach der BBodSchV untersucht werden. Um den Analytikaufwand zu minimieren, kann ggf. die Analytik nur auf PAK bzw. Benzo(a)pyren bis 0,1 m Tiefe erfolgen. Analog sollten auch die Teilflächen TF 2 und TF 4 (Benzo(a)pyren-Gehalte von ca. 2,70 bzw. 1,70 mg/kg bis 0,3 m u. GOK) nochmalig anhand kleinerer Teilflächen untersucht werden, um ebenfalls eine bessere Eingrenzung der Belastungsbereiche zu gewährleisten. Die Teilflächen TF 2 und TF 4 sind hierbei bis 0,3 m Tiefe nach BBodSchV zu beproben (ggf. nur auf PAK bzw. Benzo(a)pyren).

Weiterhin wird empfohlen, Rückstellproben zur vertikalen Schadstoffeingrenzung aus tieferen Bodenschichten analysieren zu lassen. Hierbei sollte min. eine Probe aus folgenden Bohrungen analysiert werden:

- KRB 22A = Schwermetalle
- KRB 42A = Schwermetalle
- KRB 50A = Schwermetalle
- KRB 17A = Schwermetalle
- KRB 18A = Schwermetalle
- KRB 19A = Schwermetalle
- KRB 26A /GWM 12/23 = Schwermetalle

Zur besseren Einordnung der Grundwasseruntersuchungen aus November 2023 und um verifizierende Referenzergebnisse zu erhalten wird empfohlen, mindestens folgende Grundwassermessstellen noch einmal im Frühjahr 2024 mit angepasstem Analytikumfang untersuchen zu lassen:

- GWM 10/23 = PAK
- GWM 11/23 = PAK, Schwermetalle, Sulfat
- GWM 12/23 = PAK, Schwermetalle, Sulfat
- GWM 16/23 = Arsen (Schwermetalle).

9 WEITERE QUELLEN

/1/ BBodSchV: Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung (BBodSchV) vom 09.07.2021, "Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung vom 9. Juli 2021 (BGBl. I S. 2598, 2716)", Ersetzt V 2129-32-1 v. 12.7.1999 I 1554 (BBodSchV)

/2/ LAWA 2016: Geringfügigkeitsschwellenwerten für das Grundwasser Stand 2016

/3/ GESTIS-Stoffdatenbank, abgerufen am 22/02/2024

/4/ Google Earth (zuletzt abgerufen am 08.08.2023)

/5/ Senatsverwaltung für Stadtentwicklung, Bauen und Wohnen – RP Buch -Am Sandhaus – Rahmenplan, Stand 10.01.2023

/6/ Geoportal (FIS-Brooker) – Luftbilder, Flurstücke, Grundwasserflurabstände (https://fbinter.stadt-berlin.de/fb/index.jsp, zuletzt abgerufen am 22.08.2023)

/7/ Senatsverwaltung für Stadtentwicklung – 02.12 Grundwasserhöhen des Hauptgrundwasserleiters und des Panketalgrundwasserleiters (Ausgabe 2007)

/8/ SenStadtWohn: Buch - Am Sandhaus - Diskursives, städtebauliches Gutachter*innenverfahren, Aufgabenstellung (https://www.stadtentwicklung.berlin.de/wohnen/wohnungsbau/buch-am-sandhaus/download/aufgabenstellung_buch_am_sandhaus.pdf, zuletzt abgerufen am 18.08.2023)

/9/ Steckbriefe der Moorgebiete Berlins, Moorlinse Buch (https://fbinter.stadt-berlin.de/fb_daten/fotos/moore/profilaufnahmen/MLB.pdf zuletzt abgerufen am 08.08.2023)

/10/ Verordnung zur Einführung einer Ersatzbaustoffverordnung zur Neufassung der Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung und zur Änderung der Deponieverordnung und der Gewerbeabfallverordnung, vom 9. Juli 2021

/11/ Berlin – HistoMapBerlin (https://histomapberlin.de/de/index.html, zu-letzt abgerufen am 08.08.2023)

/12/ Chemie und Biologie in den Altlasten – Herausgegeben von der Fachgruppe Wasserchemie in der GDCh, 1997

/13/ Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie – Handbuch Altlasten – Arbeitshilfe zu überwachten natürlichen Abbau- und Rückhalteprozessen im Grundwasser (Monitored Natural Attenuation MNA), 2., überarbeitete Auflage aus 2005

/14/ Bewertungskriterien für die Beurteilung von Grundwasserverunreinigungen in Berlin (Berliner Liste 2005), Senatsverwaltung für Stadtentwicklung Berlin, vom 22.07.2005

/15/ Bewertungsgrundlagen für Schadstoffe in Altlasten Informationsblatt für den Vollzug; Ständiger Ausschuss Altlasten der Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Bodenschutz (LABO), vom 01.09.2008 (Ergänzung Juni 2009)

/16/ Verordnung über die Qualität von Wasser für den menschlichen Gebrauch1,2 (Trinkwasserverordnung – TrinkwV) vom 20.06.2023, "Trinkwasserverordnung vom 20. Juni 2023 (BGBl. 2023 I Nr. 159)", Ersetzt V 2126-13-1 v. 21.5.2001 I 959 (TrinkwV 2001)

/17/ Landesarchiv Berlin, HistoMap-Berlin Druck Service, http://histomapberlin.de/histomap/de/index.html (vom 25.10.2023)

/18/ FIS Broker, Grundwassergleichen 2020, https://fbinter.stadt-berlin.de/fb/index.jsp (vom 27.02.2024)

/19/ Worch, E.: Wasser und Wasserinhaltsstoffe. Eine Einführung in die Hydrochemie. Teubner-Reihe Umwelt. Springer Fachmedien Wiesbaden von 1997

/20/ Verordnung zum Schutz des Grundwassers (Grundwasserverordnung – GrwV), "Grundwasserverordnung vom 9. November 2010 (BGBl. I S. 1513), die zuletzt durch Artikel 1 der Verordnung vom 12. Oktober 2022 (BGBl. I S. 1802) geändert worden ist"

/21/ PEKDEGER, A., TAUTE, T., KNAPPE, A. (2011): Sulfatkonzentration im Berliner Grundwasser- Identifizierung der relevanten Sulfatquellen und Sulfatsenken.- Freie Universität Berlin, Abschlussbericht (unveröff.), Berlin.

/22/ FREEZE, R.A., CHERRY, J.A. (1979): Groundwater.- Prentice Hall, Englewood Cliffs.

/23/ Birner T., Oelze A., von Daacke U., Hermsdorf A., Kunze J., Bericht zur Grundwasserbeschaffenheit im Land Brandenburg 2006 - 2012, Landesamt für Umwelt, Potsdam, im Dezember 2015